

ÜBER DEN SYSTEMARTIGEN VERLAUF DER BINDEGEWEBSFASERN
IN CUTIS, SUBCUTIS UND FASCIE ALS EINE DURCH
GEOMETRISCHEN ZWANG BEDINGTE WACHSTUMSSTRUKTUR
AM BEISPIEL DER REGIO MAMMARIA DES WEIBES

von

CLAUS HOLM

Mann 1962



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554408_0011

Aus dem Anatomischen Institut der Johannes Gutenberg-Universität zu Mainz

Direktor: Prof. Dr. med. Dr. phil. nat. A. DABELOW

ÜBER DEN SYSTEMARTIGEN VERLAUF DER BINDEGEWEBSFASERN
IN CUTIS, SUBCUTIS UND FASCIE ALS EINE DURCH
GEOMETRISCHEN ZWANG BEDINGTE WACHSTUMSSTRUKTUR
AM BEISPIEL DER REGIO MAMMARIA DES WEIBES

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde an der Hohen Medizinischen Fakultät
der Johannes Gutenberg-Universität zu Mainz

vorgelegt von

CLAUS HOLM

aus Witten/Ruhr

1963

Referent: Prof. Dr. med. Dr. phil. nat. A. DABELOW

Dekan: Prof. Dr. BREDT

Tag der mündl. Prüfung: 17. Juli 1962



GESAMTHERSTELLUNG:

DITTERS BÜRODIENST, MAINZ, Augustinerstraße 64-66

INHALTSÜBERSICHT

A. Problemstellung	1
B. Eigene Untersuchungen	1
I. Material und Technik	1
II. Inspektion der Oberfläche	2
III. Präparation	5
IV. Übersichtspräparate in Dickschnitten	8
V. Haut (Lupe und Mikroskop)	12
VI. Gangsysteme (Übersicht und Lupe)	13
VII. Gangsysteme (Mikroskop)	14
VIII. Mamma lactans (Lupe und Mikroskop)	16
IX. Pectoralisfascie	18
C. Besprechung der Befunde unter Berücksichtigung der Funktion und der Literatur	19
D. Zusammenfassung	35
E. Literaturverzeichnis	36
Abbildungsanhang	

A. PROBLEMSTELLUNG

Das allgemeingültige Interesse an der Bindegewebestruktur der Regio mammaria des Weibes findet sich begründet in seiner Bedeutung für das chirurgische Eingreifen in der Geschwulsttherapie bei Tumoren dieser Region sowie aus kosmetischer Indikation im vielfältigen Rahmen der plastischen Wiederherstellungschirurgie. Die Beachtung der Funktionszustände in diesem bewegungsreichen Körperabschnitt ist die Grundlage für einen befriedigenden Erfolg besonders dieses Operationsbereiches.

W. Fritsche erinnerte daran, daß muskulär in Gang gesetzte Bewegungen nicht nur von den Gelenken, sondern auch von den Fascien mitgeführt werden. Er zeigte, daß die Bindegewebs Elemente der Fascie spezielle, eine ganz bestimmte Koordination der Bewegungsabläufe garantierenden Verlauf haben. Der an diesen Untersuchungen beteiligte Autor fand bei bestimmten Extremitätenstellungen Ähnlichkeiten in der Verlaufsrichtung von Hautfeldungslinien und Faserverläufen von zugehörigen Extremitätenfascien. Es ergab sich die These von der funktionellen Zusammengehörigkeit von Haut, Unterhautbindegewebe, Fettgewebe, Fascie, Muskulatur, Knochenhaut und Knochen. Lediglich der Bereich über der Brust, der Bauchwand und dem Sitzfleisch ließen sich nicht zwanglos einordnen, da hier nicht nur die Koordinationen bewegungsmechanischer Funktionen ablaufen, sondern andere physiologische Funktionen gerade hier ihren Wirkungsort haben.

Für die Regio mammaria liegt eine Fülle von Untersuchungen vor, welche sich jedoch zum überwiegenden Teil mit der Morphe der Drüse beschäftigen. Die folgende Untersuchung versucht, das Bindegewebsfaserbild dieser Regio aufzuzeigen und in den von DABELOW (1958) aufgeworfenen Fragenkomplex einzuordnen, um festzustellen, inwieweit "das für die Funktion so eminent verwendungsfähige Bindegewebsmuster von der Funktion unabhängig als durch einen geometrischen Zwang bedingte Wachstumsstruktur" erklärt werden kann.

B. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

I. Material und Technik

Zur Untersuchung gelangten die Brüste von 19 weiblichen und von 3 männlichen Objekten (letztere zum Vergleich). Die Befunde am toten Material wurden ergänzt durch Beobachtungen an mehreren freiwilligen männlichen und weiblichen Versuchspersonen. Die Altersspanne im gesamten untersuchten Material betrug 7 bis 70 Jahre. Die Fixierung des Präparierkursmaterials

erfolgte in einem Formol-Alkohol-Gemisch, von frischem, operativ gewonnenem Material in Formol.

Die Untersuchung berücksichtigte die Form, die Masse, die Verschiebung der Masse mit der dabei auftretenden Formänderung unter Schwerkrafteinwirkung bei verschiedenen Lagen des Objektes im Raum und unter Einwirkung der Bewegungen des Schultergürtels; sodann das Oberflächenrelief der Mamma, der Mamille und der umgebenden Haut in Ruhe, aktiver und passiver Bewegung mit dem bloßen Auge, der schwachen und der binokularen Lupe in tangentialem auffallendem Licht.

Die Präparation erfolgt z. T. am Papillarkörper, z. T. in der Mitte des Subcutisfettkörpers, z. T. zwischen Fascie und Muskel, wobei rund um die Mamma ein 6 cm breiter Saum nicht zum Mammakörper gehörenden Materials belassen wurde. Dieses Material wurde in Stufen z. T. scharf, z. T. stumpf durchpräpariert bzw. in Serienschchnitttechnik als Gefrier- und als Paraffinschnitt von 5-300 μ Dicke aufgearbeitet. Die Schnitte wurden nach Färbung mit Azan, Resorzin-Fuchsin, der kombinierten Methode nach MASKAR bzw. nach Versilberung nach GÖMÖRI-BIELSCHOWSKY und ACHUGARRO sowie zur polarisationsoptischen Untersuchung ungefärbt eingebettet, so daß sich die spezifischen Faserfärbungen zyklisch im Serienschchnitt wiederholen und so die Strukturen in ihrer Nachbarlichkeit und Verflechtung erkennen lassen. In dieser Hinsicht gaben Durchsichtspräparate von 5-8 mm Schnittdicke aus der reichhaltigen Sammlung des Herrn Professor Dabelow den weitestgehenden Aufschluß. Ich möchte an dieser Stelle noch einmal für die großzügige Überlassung dieser Präparate zur Untersuchung danken. Abschließend wurde die Pektoralisfascie in etwa 8 mm Tiefe, gerechnet von der Fascie zur Oberfläche, im Mammafettgewebe abpräpariert, in 24 x 36 mm großen orientierten und markierten Stückchen aufgezogen, in Xylol aufgehellt und poloptisch untersucht.

II. Inspektion der Oberfläche

In allen Hand- und Lehrbüchern der menschlichen Anatomie finden wir die Mamma an der Liegenden und Stehenden geschildert als halbkugeliges Gebilde ergänzt durch den Lobus lateralis und die Mamille, sowie den entsprechenden Maßangaben. Bei statistischer Betrachtung kommen wir zu den gleichen Ergebnissen. Betrachten wir aber die Regio mammaria bei Lageveränderungen des Rumpfes allein und solchen der Arme gegen den Rumpf, so zeichnen sich bei Mann und Weib Formveränderungen ab im Bereich der Hautoberfläche und des Unterhautfettgewebes. Die Knospen-, Schalen- und Zitronenform sind lediglich Ausdruck verschiedener quantitativer Gewebsbestandteile.

Als reproduzierbare Norm seien die Beobachtungen bei einem 20-jährigen Weibe wiedergegeben, deren Brüste Schalenform aufwiesen. Bei leicht nach vorn hängenden Schultern bildet sich schon in diesem Alter eine angedeutete Umschlagsfalte. Die langen Achsen der ellipsoid erscheinenden Brüste bilden einen nach caudal offenen Winkel von ca. 180 Grad. Eine durch die Mamille und Mamma gedachte Sagittalachse bildet mit der Körpersagittalebene einen Winkel von 45 Grad. Bei aufrechter Körperhaltung mit zurückgenommenen Schultern hat sich das Ellipsoid soweit gedreht, daß die langen Achsen einen nach cranial offenen Winkel gleicher Größe bilden. Die Mamma- und Körpersagittalachse laufen jetzt praktisch parallel. Bei um 45 Grad zurückgestreckten Armen wird die Ellipsoidform unter stärkerer Ausbildung des Lobus lateralis noch deutlicher. Bei Vornüberbeugung des Oberkörpers mit gleicher Armstellung nimmt die Brust unter der Schwerkraft etwa Kegelform an; der Lobus lateralis ist nur noch durch Anheben der Mamma nachzuweisen. Werden die Arme bei vorgeneigtem Oberkörper vorgestreckt, bis sich die Hände in den Nacken legen lassen, so ändert sich an der äußeren Form nichts. Bei der Palpation ist der Lobus lateralis aber nicht mehr nachzuweisen. Beim Aufrichten des Oberkörpers unter Beibehaltung der Armstellung behält die Mamma ihre halbkugelig symmetrische Form trotz eines leichten Absinkens des Körpers bei. Bei maximalem Strecken erscheint eine leichte Tropfenform, ohne daß der eigentliche Mammakörper seine Form verliert. Werden die Arme langsam seitlich abwärtsgeführt, so tastet man bei langsamer Einrollung des seitlichen Randes des M. pectoralis eine zunehmende Ausbildung des Lobus lateralis.

Neben diesen Formveränderungen finden sich bei Bewegungsabläufen aber auch Veränderungen im Bereich der feinen Oberflächenstrukturen, der Hautfelderungslinien. Sie sind auf größeren Strecken zu verfolgen, liegen in Abständen von etwa 1 mm nebeneinander und überkreuzen sich in Winkeln von 45 Grad untereinander. An einigen Stellen ist unter einer Sternchenbildung ein Schnittpunkt aller Richtungen zu finden, in dem vielfach unter der Lupe ein Wollhaar oder ein Schweißdrüsenausführungsgang nachzuweisen ist. In größerer Zahl werden diese Hautfelderungsternchen außerhalb der Anheftungszone der Haut der Mamma und auf der äußeren Zirkumphärenz der Mamille gefunden, d.h. also, perimammaer und perimamillaer; in der Zwischenzone finden sie sich unter normalen Bedingungen nur sehr selten. Erst wenn man die Haut der Mamma zwischen zwei Fingern leicht, vornehmlich gegen die Schwerkraft bewegt, so findet sich schließlich eine Bedingung, unter der das ganze Feld zwischen beiden Fingern aus benachbarten und ineinander übergehenden Hautfelderungsternchen besteht. Vier solcher etwa bohngroßen Areale kann man in der Zwischenzone finden; ihr Ort wechselt mit der Körperstellung. An

der Hautoberfläche des übrigen Rumpfes (mit den oben genannten Ausnahmen) und der Extremitäten ist dieses Bild mit etwas Mühe reproduzierbar einzustellen. Bei der Mamma gelang dies mit Ausnahme der bohnen großen Areale für das ganze Zwischengebiet zwischen Mamille und Mammaanheftungszone nicht. Die Ursache ist darin zu suchen, daß es der Mamma an einem eine starre innere Führung vermittelnden festen Skelett fehlt. Für die Mamma gibt es keine Körperhaltung, unter der sie nicht unter verschiedenen Spannungen der Bindegewebelemente steht, unter der nicht ständig eine Kraft aus irgendeiner Richtung als Resultierende auf sie einwirkt. Allgemein entstehen also Hautfelderungssternchen, wenn die in einem Hautabschnitt aufeinander wirkenden Kräfte alle gleich groß sind. Diesen Zustand kann man somit als Ruhe- oder Nulllage bezeichnen. Die Bedingungen zum Auffinden dieser Nulllagen sind nicht immer gleich günstig: Am wenigsten deutlich treten die Hautfelderungslinien und -sternchen während des Aufquellens der Haut zur Zeit der Menstruation auf; am deutlichsten im Intermenstrum. Den Übergang von Hautfelderungslinien in -sternchen kann man sich bei leichter Reizung der ruhenden Mamille demonstrieren: In Abhängigkeit von der Körperhaltung zeigt sie ein großes Areal mit Hautfelderungssternchen; bei der Kontraktion der muskulären Elemente werden die Hautfelderungslinien deutlicher, bis nur noch stärkere Wülste bestehen, welche an das Bild der durch Kontraktion zusammengeschobenen Magenschleimhaut (MÜLLER) erinnern. Diese Wülste lassen den ausführungsgangtragenden medialen Abschnitt der Mamille aus einer sechseckigen Begrenzung hervortreten. Das Bild der Haut alternder Menschen läßt sich nur scheinbar mit den zuvor geschilderten Bildern nicht vereinbaren; es gleicht im Prinzip dem der erigierten Mamille; kommt das Bild bei letzterer durch Muskelzug zustande, so entsteht das bei älterer Haut durch Atrophie des Unterhautfettgewebes und Verlust an elastischen Fasern. Nach diesen Untersuchungen wurde am liegenden Objekt der Verlauf der Hautfelderungslinien verfolgt, jede Zugrichtung topographisch genau nach Richtung, Ausdehnung und Lage in einem eigenen Schema festgehalten; die verschiedenen Schemata wurden durch Kopieren zusammengefaßt, wodurch sich ein Schema des gesamten Systems der Hautfelderungslinien ergab. Eine Schemalinie entspricht dabei zehn Hautfelderungslinien. Diese Schemata wurden bei allen weiblichen Objekten erhoben und am Leben kontrolliert, sowie mit den Verläufen bei einigen männlichen Objekten verglichen. Bei allen Untersuchten ergab sich der gleiche Verlauf der Hautfelderungslinien bei gleicher Körperhaltung. Das endgültige Schema erfuhr keine wesentliche schematisierende Straffung, gibt somit die tatsächlichen Verhältnisse in großer Näherung wieder; Als Grundnetz fällt zunächst ein schengitterartiger Verlauf auf; die Hautfelderungslinien schneiden sich recht-

winklig, in mehr oder weniger großer Näherung. Daneben finden sich senkrechte und wagerechte Verläufe; diese verzweigen sich aus den entsprechenden Richtungen kommend und gehen unter einem Winkel von 45 Grad jede in eine Hautfelderungslinie des Scherengittergrundnetzes über; letztere haben sich zuvor in der Nähe des Verzweigungspunktes der ersteren gekreuzt. Der zunächst beschriebene, sich aufzweigende Linienverlauf wirkt wie ein Zügel an den tangierten Richtungen. Damit ist das Prinzip des Verlaufes der Hautfelderungslinien gezeigt: Ein "Y", in dessen Armen ein "X" aufgehängt ist. Auf diesem Wege werden die Hauptrichtungen in die Nebenrichtungen übergeführt, welche ihrerseits, je nach Körperhaltung, zu Hauptrichtungen werden können. Die Bedeutung dieser XY-Struktur wird im Laufe der Untersuchungen noch deutlicher hervortreten. Die Y-Struktur kann zugleich Teil einer solchen um 45 Grad abgewinkelten, entgegengesetzt liegenden sein oder aber der Anfang sein für einen längeren geraden Verlauf einer Hautfelderungslinie zur Bildung des Scherengittergrundnetzes. Es entstehen zwei um 45 Grad gegeneinander abgewinkelte Scherengittergrundnetze; in ihrem Rahmen bilden die zwei einander zugekehrten Arme einer Y-Struktur eine von sechs Seiten, welche als Sechseck sowohl die Mamma als auch, wie oben beschrieben, die Mamille eingrenzen; das Sechseck ist dabei selten ganz gleichseitig und läßt eher eine ellipsenartige Form erkennen, wie diese schon zuvor bei den Formveränderungen der Mamma und ihrer Mamille beschrieben wurde. Auch der Lobus lateralis zeigt Zusammenhänge zwischen Form und Oberflächenrelief; bei der Liegenden finden wir über seiner Wölbung besonders deutliche Y-Strukturen, deren Fuß im Bereich des M. serratus lateralis als Zwischenzone zum M. pectoralis maior und Latissimus dorsi liegt, damit in einem Gebiet, unter dem viele Umlagerungen ablaufen. Innere Strukturen scheinen die Notwendigkeit der Form und der Oberfläche als ihr Spiegelbild zu zeigen. Nach der Betrachtung der Einzelercheinungen ist zum Bild des Gesamtsystems der Hautfelderungslinien im Mammabereich festzustellen, daß diese, gemessen an dem Mangel an "Ruhebildern" in Form der Hautfelderungssternchen, bei aufrechter Haltung bzw. bei Ruhelage nie in einen entspannten Zustand kommt, es sei denn in der Knie-Ellenbogenlage entsprechend der Normalhaltung der Mammalier.

III. Präparation

Bei der Präparation wurde in kursüblicher Weise die Haut einer ganzen Thoraxhälfte an der Grenze zwischen dem Stratum papillare und reticulare sorgfältig abpräpariert, welche die Rückseite des Hautreliefs im Übergang vom subcutanen Fettgewebe in die Cutis sehr instruktiv zeigt. Diese Präpa-

rationsmethode ließ erkennen, daß die Fasern des Stratum reticulare membranartig zum Stratum papillare aufsteigen, dort dichter werden, sich aufzweigen in die primären, sekundären und tertiären Kämme des Stratum papillare und sich dort einlassen. Den verschiedenen Graden der Papillarkammsysteme wurde präparatorisch nachgegangen, in dem Versuch, die Übergänge ineinander zu zeigen. Da dies nicht gelang, wurden zum gleichen Zweck mehrere 5 x 5 cm große, nicht fixierte Hautpräparate von Mammaamputationsmaterial unter allseitig gleicher Spannung mit Igelstacheln auf Korkplatten befestigt. Im Gegensatz zum Vorbefund zeigte die Epidermisseite eine im Durchmesser etwa 2 cm große Fläche, in der durchweg Hautfelderungssternchen zur Darstellung kamen, während die Randpartien, besonders zu den Fixierungspunkten hin, die bisher bekannten Hautfelderungslinien zeigten. Das Stratum papillare ließ Papillarkämme erster bis dritter Ordnung jetzt nur im Bereich der Fixierungspunkte erkennen. In der Mittelzone ergab sich ein Bild, das in etwa den HORSTMANN'schen Cocardenbildungen entsprechen dürfte. Wir möchten glauben, daß die verschiedenen Systeme HORSTMANNs nicht Ausdruck verschiedener Morphologie, sondern verschiedener funktioneller Spannungszustände sind. Bei etwa 10-facher Vergrößerung in normalem und polarisiertem Auflicht finden sich im Thoraxbereich außerhalb der Anheftungszone der Mamma relativ viele Kämme beieinander, welche Papillen dergestalt umgeben, daß diese je nach Spannungsverhältnissen in Annäherung Sechsecke ergeben. Diese lassen beim Einwirken von annähernd gleichgroßen Spannungen sich in einen Kreis einfügen, dem an dieser Stelle auf der Epidermisseite ein Hautfelderungssternchen entspricht (Stichkanal). Herrscht eine Spannungsrichtung vor, dann läßt sich das Sechseck in eine Ellipse einordnen, deren lange Achse gleichzeitig die Richtung der Resultierenden der Hautspannungen angibt; auf der Epidermisseite finden wir dann Hautfelderungslinien.

Überschaut man die Papillarkammsysteme aus etwas größerer Entfernung, so fällt bei sauberer Präparation und einiger Geduld bei der Betrachtung die spiegelverkehrte Übereinstimmung mit dem für den Verlauf der Hautfelderungslinien gefundenen Schema auf. Mit der Lupe läßt sich zeigen, daß es sich im Bereich des Stratum papillare aber nicht nur um Papillarkammsysteme handelt, welche sich in Abhängigkeit von den Spannungsverhältnissen in den vier Haupt- und Nebenrichtungen kreuzen, sondern wir können bei poloptischem Auflicht erkennen, daß diese zuvor beschriebenen sechseckigen Papillenumgrenzungen die gleichen Faserverläufe im Kleinen wie die Kammsysteme im Großen zeigen, so wie sie bei der Beschreibung der Hautfelderungslinien als charakteristisch für die perimammäre und die perimamilläre Begrenzung gefunden worden waren.

Nach der Schilderung der allgemeinen Gesetzmäßigkeit für den Verlauf der Papillarkammsysteme ist noch auf die besonderen Verhältnisse im Mammbereich einzugehen. Waren im Thoraxbereich klare, distinkte Kammsysteme zu beobachten, so werden sie in der Mammaanheftungszone voluminöser und weniger distinkt. Die Papillen haben noch etwa die gleiche Größe, zeigen aber eine tiefere Ausdehnung. Die Kammleisten in der Anheftungszone sind an allen Polen etwa gleich stark, können aber bei starken Brüsten und mit zunehmendem Alter durch die Auswirkung des aufrechten Ganges an ihrem unteren Pol verdickt sein. In Richtung auf die Mamille nimmt bei gleichzeitiger Größenzunahme die Papillenanzahl ab. Die Begrenzung ist auch hier wieder sechseckig, die Konsistenz der Kammleisten ist eine weichere, ihre Ausdehnung gleichzeitig eine größere; bedingt wird dies - bei Dickschnittpräparaten noch zu zeigen - durch die oben erwähnte fächerförmige Aufzweigung der reticulären Membranen, welche aber in diesem Bereich in einem flacheren Winkel in das Stratum papillare einstrahlen als in extramammären Hautarealen. Bei stärker ausgebildeten Umschlagfalten besteht nur eine größere Faseranzahl bei prinzipiell gleichem Faserverlauf.

Bei der Präparation im Stratum reticulare in Richtung auf den Mammakörper finden wir im extramammären Thoraxbereich der Größe der Papillen entsprechende kleinere Fettgewebsaggregate, welche in Richtung auf den Mammakörper um ein Drittel ihrer Ausdehnung zunehmen. Diese dünne Schicht ist normalerweise nur hart am Papillarkörper zu finden, ausgenommen sehr fettreiche Brüste bei Adipositas. Versuchen wir stumpf einige Fettgewebsaggregate aus ihren Lagern herauszudrängen, so bleibt schließlich ein System von Membranen erhalten. In diesen ist Sechseckform nur selten nachzuweisen, da durch Abpräparieren von der Oberfläche her die spannungsgebenden Fixpunkte fehlen. Zu den Anheftungszone hin werden diese Membranen dichter und fester. Beim Tieferpräparieren gelangt man dann auf den Mammdrüsenkörper, wobei sich bei stumpf-scharfem Vorgehen zwischen Fettgewebs- und Drüsenkörper eine deutlich ausgeprägte Grenze nicht darstellen läßt. Die Ausbildung des Membranaufbaues eines Fettkörperaggregates und eines Drüsenstückes zeigen große Ähnlichkeit. Die Drüsenendstücke und Drüsenausführungsgänge erscheinen wie an einem Faden aufgehängte hexaedrische Körper, zur Oberfläche mehr quer, in der Tiefe mehr längs zur Achse ausgerichtet. Unter dem Mammdrüsenkörper zeigen die Fettkörperaggregate gegenüber dem perimammären Gewebe noch die hellere Farbe des Mammafettgewebes; ihre Größe steht zwischen der der mammären und der der perimammären Aggregate. Versucht man bei dieser schichtenweisen Präparation den Übergang in die Brustfascie zu finden, so begegnet man schnell

der Schwierigkeit, sich für eine bestimmte Schicht zu entscheiden. Über dem *M. pectoralis maior* besteht die Fascie aus verschiedenen, durch Fettgewebslager voneinander getrennten Lagen. Die *Fascia superficialis thoracis* und die *Fascia pectoralis* dürften in diesem Gebiet eine funktionelle Einheit bilden. Ist man bei vorsichtiger Präparation auf dem üblicherweise dargestellten tiefen Blatt angekommen, so kann man in etwa einem Drittel der Fälle Bindegewebsverstärkungen im Bereich der Mamille und der äußeren Anheftungszone beobachten. Beim Versuch, ihnen nachzugehen, zerstört man ihre Anheftungsstellen am tiefen Blatt und gelangt in die Muskelsepten des *M. pectoralis maior*, in welchem sie entspringen. Der bei Frauen und Männern mit großer Regelmäßigkeit in der Mamille inserierende Bindegewebsstreifen entspringt in dem meistens nachzuweisenden Spalt zwischen der abdominalen und sternalen Portion des Muskels. Der Faserverlauf innerhalb des Fasciensystems ist wegen des zwischen gelagerten Fettgewebes nur an aufgehellten Präparaten möglich, welche unten noch beschrieben werden. Zur Gesamtausdehnung der Brustfascie konnte in der Mehrzahl der Fälle eine deutliche Verbindung zwischen der *Fascia pectoralis* und *Fascia thoracis superficialis* einerseits und der Fascie des *M. latissimus dorsi* andererseits gefunden werden. Es konnte in der Literatur keine Beschreibung dieses als *Fascia axillaris* bekannten Streifens in seiner Ausdehnung bis auf die Höhe der siebten, achten Rippe und mit deutlichen Faserverbindungen zu den Muskelbäuchen des *M. serratus lateralis* gefunden werden. Gerade diese Verbindungen sind für die oben beschriebenen Formveränderungen der Mamma bei Schulter-Arm-Bewegungen mitverantwortlich.

IV. Übersichtspräparate in Dickschnitten

In aufgehellten, 5 bis 8 mm dicken Frontalschnitten zeigt ein großer perimamillärer Abschnitt in normalem und polarisiertem Licht eine sehr gleichmäßige Verteilung von Lanugohaaren und den zugehörigen Talgdrüsenausführungsgängen, welche größtenteils in Hautfelderungsternchen liegen. Am Rande dieser Zone finden sich vermehrt Hautfelderungslinien mit entsprechend dichter Lagerung der Lanugohaare und Talgdrüsen. Die Fasersysteme der Cutis zeigen einen spitzwinklig scherengitterartigen Verlauf; beim langsamen Drehen der Polarisator-Analysatorebene stellt man fest, daß aus diesen Faserverläufen fast ebenso viele unter einem Winkel von etwa 45 Grad abzweigen. Es lassen sich ähnliche Bilder beobachten im Faserverlauf, wie sie zuvor beim Verlauf der Hautfelderungslinien beschrieben wurden. Die spitzwinkligen Tonofibrillenverläufe und die sich schneidenden Cutisleisten stellen sich als Äquivalente zu den Hautfelderungslinien dar, wobei die ersteren die letzteren unter einem Winkel von 45 Grad schneiden. Mit im Flachschnitt zunehmender Prä-

paratdicke werden die Fasersysteme so dicht, daß sie mit der schwachen Lupenvergrößerung nicht mehr sicher zu unterscheiden sind. Man kann lediglich erkennen, daß nicht nur scherengitterartige Verläufe, sondern daß im gleichen Anteil auch dreidimensional abzweigende Faserverläufe vorliegen. Der Nachweis wird weiter unten geführt. Mit dem nächsten Schnitt gelangt man tiefer in die Mamma. Unter der Mamille liegt der oben beschriebene Bindegewebsstreifen, in welchem die Drüsenausführungsgänge liegen und nach den Seiten hin vereinzelt Abzweigungen abgeben. Daneben stellen sich die an der Grenze des Stratum papillare und reticulare gelegenen Hautvenennetze gut dar, deren Anordnung eine gewisse Gesetzmäßigkeit erkennen läßt, nach welcher ihre Anordnung ungefähr die Verlaufsrichtung der Hautfelderungsliniensysteme wiedergibt. Die Venen verlaufen wie die Drüsenausführungsgänge in den Bindegewebssepten, deren Ausbildung sie durch ihr dreidimensionales Netz gut veranschaulichen. Bei poloptischer Betrachtung unter intensivem Gebrauch der Drehung der Polarisator-Analysator-Ebene erkennt man gut den bei der Präparation beschriebenen hexaederartigen Aufbau dieser Fettgewebsaggregate, zumal bei der Dickschnittmethode die Spannungsverhältnisse weitgehend erhalten bleiben. Die Bindegewebssepten gelangen bis kurz unter die Cutis, wo ihre Fasern z. T. senkrecht, z. T. unter einem Winkel von 45 Grad in dreidimensionaler Richtung in die Fasersysteme der Cutis einstrahlen. Die Übereinstimmung der tiefen Faserverläufe mit den oberflächlich gelegenen einerseits und mit den Verläufen der Hautfelderungslinien andererseits zeigt sich auch hier. Tiefere Schnitte zeigen die Beteiligung an über- bzw. untergeordnete Hexaederbildungen nicht nur für größere Septen, sondern auch für Zwischensepten, besonders deutlich bei Primiparen; die Septen erster Ordnung und teilweise auch zweiter Ordnung tragen noch Drüsenausführungsgänge. Hin und wieder ist ein Drüsenendstück in einen hexaederförmigen Gewebskörper geringerer Ordnung eingelagert; in diesen finden sich ebenfalls als Ausdruck einer gewissen Septen- oder Membranbildung kleinere Blutgefäße. Mit zunehmender Schnitttiefe nimmt schnell die Ausdehnung des Drüsenkörpers zu; Fettgewebskörper finden sich selten. In dem dichten Gewebe sind einzelne Faserverläufe bei geringerer Lupenvergrößerung kaum festzustellen, vielleicht mit Ausnahme der Drüsenkörpergrenze, wo Drüsenkörperbindegewebe immer mal wieder einzelne hexaederförmig gestaltete Fettkörpersysteme umgreifen (s.u. Präparation: leichtes Hineingeraten in den Drüsenkörper findet hier seine Erklärung). Zur Hexaederform von Fettgewebskörpersystemen und Drüsenendstücken muß aber bemerkt werden, daß sie unter Abhängigkeit vom jeweiligen Cyclusstand mehr oder weniger deutlich ausgeprägt sind. Am deutlichsten finden wir diese bei den

hier geschilderten Verhältnissen an der sogenannten Schalenbrust. Bei sehr großen, fettreichen und damit bindegewebsarmen Mammae findet sich nur ein relativ kleiner zentraler Mammakörper, während sich das übrige Bindegewebe in die Septen hinein ausgedehnt hat. Es mag sich bei diesem Bild um eine genetisch bedingte Unterentwicklung handeln, welche aber - vermittels des gefundenen Ausweges - gleichzeitig erkennen läßt, auf welche Weise die sprossenden Drüsengänge ihren Weg zu finden vermögen. Bei der bindegewebsreichen Brust erfolgt die Entwicklung bei Frau und Mann entlang des zuvor beschriebenen "Leitgewebes", in dem sich die Drüsengänge von der Mamille gegen die Fascia pectoralis superficialis entwickeln, sich zum größten Teil über dem submamären Fettgewebe aufteilen, in ihrer Richtung umkehren und wieder gegen die Oberfläche sich verzweigend aufsteigen. Dies trifft auch für die übrigen Mammaformen noch zu, doch werden bei den bindegewebsreichen die neben dem Leitgewebe sich verzweigenden Gangsysteme so reichhaltig, daß sie den ausgedehnten Mammakörper bedingen. Das Präparat eines neunjährigen Objektes zeigte diese Vorgänge besonders deutlich, wenngleich sich bei diesem Kind mit großer Wahrscheinlichkeit eine bindegewebsarme Mamma entwickelt haben würde.

Sagittalschnitte zeigen das grundsätzlich gleiche Bild. Einzugehen ist deshalb hier nur noch auf die Anheftung der Mamma. Die Brustfascie zeigt deutlich ihre Mehrblättrigkeit. Der untergelagerte Brustmuskel ist zum Teil querschnittsen und zeigt den häufig beobachteten scherengitterförmigen Verlauf der intermuskulären Septen zwischen die verschiedenen Blätter der Brustfascie und in die Anheftungsfasern der Mamma. Der gesamte Bereich der Mammaanheftungszone ist durch ein vermehrtes Auftreten von bindegewebigen Septen gekennzeichnet, welche an ihrem Rande in die hier noch verdickte Haut des perimamären Areals einstrahlt. Wie oben ausgeführt, nimmt die Hautdicke bei rasch zunehmender Papillengröße und damit geringerer Septenzahl rasch ab. Etwas dichter wird die Septenfolge noch einmal im perimamillären Bereich; neben der Abstützung der Mamille durch das Leitgewebe und die darin befindlichen Drüsenausführungsgänge tragen sie zu einer seitlichen Verspannung der Mamille bei, welche erst eine optimale Funktion ermöglicht. Wir halten es für wahrscheinlich, daß bei der stillunfähigen Trichtermamille diese perimamillären Septen nur schwach ausgebildet sind oder ganz fehlen. Diese Verspannung wird bewirkt durch Aufzweigung der Septen und ihre Befestigung sowohl in der perimamillären Haut als auch in den Fasersystemen der Mamille selbst, nicht nur entsprechend dem gewohnten Bild des Hautsagittalschnittes, welches zu dem Begriff des "retinaculum cutis" führte, sondern ebenso im frontalen Schnitt. Auf die Struktur der Faserelemente der Mamille sind DA-

BELOW und NAGEL ausführlich eingegangen. Unsere Befunde können diese nur bestätigen.

V. Haut (Lupe und Mikroskop)

Wie zuvor beschrieben, strahlen die Retinacula cutis, oder wie sie richtiger heißen müßten, Septula cutis, fächerförmig in das Stratum papillare ein. Bei stärkerer Lupenvergrößerung zeigt sich in einem tangential angeschnittenen Hautstück deutlich die rasche dichte Zunahme der Cutisstruktur; im Übergang des Stratum reticulare in das Stratum papillare lassen sich die Aufzweigungen der Septulafasern verfolgen, welche bei zweimaliger Aufzweigung unter einem Winkel von 45 Grad von der Vertikalen in die Horizontale und gleichzeitig unter Verlauf auf einem Teilkreisbogen eine Drehung der Zugenebene um etwa 90 Grad zu einer oder anderer Seite erkennen lassen; wie schon zuvor bei der Präparation beobachtet, zeichnet sich damit eine nahezu sechseckige Umgrenzung der Papillen ab, welche bei dieser Methodik jetzt noch deutlicher erkennbar wird. Sie wird hervorgerufen durch eine ganz bestimmte Anordnung der "Y"-Verzweigung: je ein "Y" legt sich mit einem entsprechenden Arm an den des anderen; die beiden Arme der anderen Seite überkreuzen einander während eines längeren Verlaufes und vereinigen sich mit einem entsprechenden Arm eines wie zuvor geschilderten Doppel-Y-Systems, dessen "Fußachsen" mit den ersteren einen Winkel von etwa 120 Grad bilden. Auf diese Weise entsteht die eine Hälfte eines Sechsecks, welche durch spiegelbildliches Umklappen zu einem Vollen ergänzt wird. Die Y-Fußpunkte sind zugleich die Haftpunkte im allgemeinen Scherengittersystem sowie mit ihrem "Fuß" als solchem ein Anteil desselben. Bei dem so entstandenen Gebilde handelt es sich nicht um eine flächige Struktur, sondern um ein dreidimensionales System in etwa der gleichen Anordnung wie das ebenfalls dreidimensional aufzufassende Schema des Molekülaufbaues des Benzolringes als einfachste aromatische Kohlenwasserstoffverbindung. Es ist dies also der Aufbau der Zone des unmittelbaren Überganges der Septen des Stratum reticulare in die sechseckigen Ringfasersysteme des Stratum papillare, welche bei zunehmender Verzweigung dichter werden und in ihrem Innendurchmesser abnehmen, bis sie nur noch die Hautanhangsgebilde umgreifen. Bei der Innendurchmesserverringerung bleibt der "Gesamtapparat" eines Ringfasersystems zumindest in der Hälfte seines Umfangs erhalten, wobei der Zwischenraum zunehmend von Scherengitterstrukturen ausgefüllt wird. Waren an der Grenze des Stratum papillare die Fasern der Septen - relativ gesehen - noch von mittlerer Stärke, so werden sie im unteren Abschnitt des Stratum papillare stärker, um dann in den höheren Schichten der Cutis wie-

der feiner zu werden; dies trifft besonders für die Grenze zur Epidermis hin zu: hier findet noch einmal eine reichere Aufzweigung statt, bei welcher besonders im Bereich der Papillen der größere Teil der Fasern in die Horizontale umbiegt, der geringere Teil seinen hier zumeist unter einem Winkel von 45 Grad aufwärts gerichteten Verlauf bis unmittelbar an die Epidermis-Cutis-grenze beibehält; diese Aufzweigungszone entspricht der Basalmembran. Die zum größten Teil von der Ringfaserzone ausgehenden Aufzweigungen bilden Aufwerfungen an der Hautoberfläche, welche den gewölbten Zwischengebieten zwischen zwei Hautfelderungslinien entsprechen; daß sie radiär um Hautanhangsgebilde liegen, erklärt sich aus der Lage der Verzweigungszentren an den Ecken des Hexagons. Die weiter oben geschilderten Hautfelderungssternchen sind somit das Oberflächenäquivalent der Papillen, wobei die tiefe Lage ihres Zentrums den Hautanhangsgebilden einen möglichst kurzen Durchtritt durch die Haut gewährt; die Haare finden ein schmales Hypermochlion, welches eine relativ trägheitsfreie Bewegungsreizübertragung auf die Nervenendfasern ermöglicht. Dieses Hypermochlion wird durch den gleichzeitigen Durchtritt von zwei oder drei Haaren sowie den entsprechenden Talgausführungsgängen noch schmaler, indem durch innere Teilung von Papillarfasersystemen innere Ringfasersysteme entstehen. Weiter oben war gezeigt worden, daß benachbarte Hautfelderungssternchen ineinander übergehen, daß sie Bildungen der Papillarringfasersysteme sind; die Hautfelderungslinien stellen sich dar als Täler zwischen den Hautfelderungssternchen und den ihnen zugehörigen Aufwerfungen als ihrer äußeren Verankerung, in Analogie zur inneren und äußeren Verankerung der Mamille im größeren Maßstab. Die Fasern steigen hier wieder von der jeweiligen höchsten Erhebung herab, um sich gegenseitig durchflechtend in der Tiefe wieder neue Verzweigungen einzugehen: es ist dies der Ort für die Verschiebe- und Entfaltungsmöglichkeit der Haut, während die Zentren der Hautfelderungslinien die Koordinations- und Fixpunkte bei Hautverschiebungen darstellen. Der über die Basalmembran herausdeutende Verlauf der feinsten Verzweigungen wird von den Tonofibrillen der Epidermis fortgeführt, wobei im Rahmen dieser Untersuchungen nicht gezeigt werden konnte, ob zwischen den Zweigfasern der Basalmembran und den Tonofibrillen wirklich eine deutlich faßbare Kontinuität besteht. Es steht aber fest, daß im Tonofibrillenbereich ebenfalls die Scherengittersysteme durch Y-Strukturen in oben beschriebener Form erweitert sind; die hierdurch entstandenen Systeme sind allerdings um 45 Grad gegenüber dem unterlagernden Gewebe verdreht. Es könnte diese Tatsache für eine Kontinuität der Faserverläufe der Cutis sprechen, wobei diese Kontinuität nach neueren elektronenoptischen Arbeiten nicht eine fortlaufende Fibrillenstruktur beinhaltet, sondern eine in den entsprechenden Zugspannungsrichtungen geordnete Granularstruktur zeigt.

VI. Gangsysteme (Übersicht und Lupe)

Der Verlauf der Gänge und die Anordnung der Endstücke eines Drüsenläppchens ist an einem Dickschnittpräparat bei schwächerer Vergrößerung gut zu verfolgen; der Aufhängemodus und die Wandstruktur bieten bei der Untersuchung in Längsschnitt zur Gewinnung dreidimensionaler Vorstellungen größere Schwierigkeiten; die besten Untersuchungsergebnisse ergaben das Arbeiten mit der von G. MÜLLER vorgeschlagenen Möglichkeit zur synchronen Drehung von Polarisator und Analysator an der Zeißlupe sowie nach einem mündlichen Vorschlag von W. J. SCHMITT eine möglichst weitgehende Verstärkung der Lichtquellen. Nur so sind einzelne Faserverläufe innerhalb des dichten Faserfilzes erkenn- und verfolgbar. Bei schwacher Vergrößerung sind die Drüsengänge vornehmlich in den Septula zu verfolgen; in Übereinstimmung mit den vorwiegend scherengitterartig verlaufenden Faserstrukturen der Septula sind sie an Streifenbildungen, welche in deutlicher erkennbaren Scherengittern eingelagert sind, zu erkennen, über größere Strecken zu verfolgen. Dieses Streifenbild der Drüsengänge finden wir nicht nur bei Nulliparen, sondern in der gleichen Anzahl auch bei Multiparen. Diese Tatsache erklärt sich bei stärkerer Vergrößerung: Unter dem Analysator kennzeichnen sich die Streifen als poloptisch nicht-reagierendes Material; diese Streifen laufen zu mehreren Parallelen, zweigen sich spitzwinklig oder rechtwinklig auf, wobei etwa die Hälfte der Streifen in die Abzweigungsrichtung zur Bildung eines Ganges zweiter Ordnung übergehen. Diese schattengebende Längsstreifung ist bei zunehmender Vergrößerung als lediglich schattengegebendes Zellmaterial durch Faltung der Drüsengänge zu erkennen. An tangentialen Anschnitten lassen sich unter 45 Grad zum Lumen verlaufende Scherengittersysteme erkennen, welche durch Faserbögen im Sinne der Doppel-Y-Struktur mit einem unter noch spitzerem Winkel verlaufenden System verbunden sind. Bei dieser Betrachtungsweise ist zu beachten, daß hier gleichzeitig die hellen und die gelöschten Faserbilder berücksichtigt werden (eine schnelle synchrone Drehung von Polarisator und Analysator überzeugen von der Gleichartigkeit der Fasern.) Es können so möglichst viele Fasern gleichzeitig in ihrem Verlauf zueinander studiert werden. Durch die synchrone Drehung ist auch der kontinuierliche Faserverlauf zu beweisen. So ist zu erkennen, daß das zuerst geschilderte spitzwinklig sich schneidende Scherengittersystem dem gangeigenen Faserapparat angehört, während das zweite gegen die zum Gang Senkrechte noch spitzwinkliger geneigte System dem Verknüpfungsort des ersten Systems mit dem Scherengittergrundgewebe entspricht. Bei letzterem handelt es sich aber nicht, wie häufig beschrieben, nur um ein reines Scherengitter, sondern in gleichem Ausmaß um Faserbogensysteme, welche nach Art des oben beschrie-

benen Doppel-Y-Systeme die Fasern des Scherengittergrundsystems miteinander verbinden. Im Gegensatz zu dem hier beschriebenen geraden und leicht gewundenen Verlauf eines Ganges ist der Verzweigungsbeginn bei Gangabzweigung dadurch gekennzeichnet, daß das gangeigene Scherengitterdoppelsystem ersetzt wird durch vielfach kürzere Verzweigungen, welche - ebenfalls eingebaut und geführt durch das Scherengittergrundgewebe - eine Abzweigung eines neuen Ganges unter 45 oder unter 90 Grad bedingen. Nur etwa in der Mitte der Gabel findet sich eine kleine Zone von geraden, nicht verzweigten Verläufen, welche stärkere Gangverschiebungen durch eine erleichterte Winkelverstellung der Gänge gegeneinander zuläßt. Sind nach einer solchen Aufzweigung alle Faserverläufe in die neue Richtung übergeführt worden, so haben wir wieder das alte Bild des Ganges und seines Einbaues in das Grundgewebe vor uns.

VII. Gangsysteme (Mikroskop)

Die folgenden Befunde wurden bei stärkerer und stärkster lichtmikroskopischer Vergrößerung bei Schnittdicken von 5 - 300 m erhoben an Tannin-Silber-, Resorzin-Fuchsin- und anderen Färbemethoden wie unter B I ergänzt durch poloptische Untersuchungen, und zwar in synchroner Folge in Serienschnitt. Ein glücklicher Anschnitt ergab die Vergleichsmöglichkeit des Gangaufbaues bei virgineller Mamma und bei postlactanter Mamma andererseits, wogegen die Verhältnisse bei der Mamma lactans unten gesondert beschrieben werden.

Bei gleicher Schnittorientierung lassen sich bei der Mamma der Virgo und der Multipara etwa die gleiche Anzahl von Drüsenausführungsgängen erster Ordnung auffinden, während bei der letzteren die Anzahl der Drüsengänge zweiter Ordnung durch die mehrfachen Schwangerschaften stark vergrößert ist. Besonders wichtig ist für uns die Feststellung, daß beide Mammazustände gleichviel Drüsengänge erster Ordnung aufweisen; ihr besonderes Kennzeichen: Die Drüsengänge erster Ordnung finden sich in Form gefalteter Lumina etwa gleichen Durchmessers eingebettet in größere Bindegewebsmassen von Septen und Septula. Die Faltung der Ganglumina resultiert aus der Lage im bindegewebigen Stroma, aus der Art ihres Wandaufbaues und aus dessen Zusammensetzung aus kollagenen und elastischen Fasersystemen. Die Lage im Stroma bedingt die Aufhängung in um 45 Grad gegeneinander verdrehten Scherengittersystemen, welche, wie oben gezeigt, durch Kreisebögen im Sinne der Doppel-Y-Systeme untereinander verbunden sind. Danach zeigt der Drüsenausführungsgang erster Ordnung generell je nach Spannungszustand ein rundes bis sechseckiges Lumen, wobei bei Nachlassen der Spannung unten beschrie-

bene elastische Systeme von der Mitte einer Sechseckseite ausgehend für die oben beschriebene Aufschiebung des Gangepithels sorgen. In einem Lumen wurden maximal sechs Spalten vorgefunden, auf welche sich an ihren Rändern bei ganz geringem Turgor noch Falten zweiter Ordnung aufsetzen können. Die Gänge zweiter Ordnung sind durch das Mantelgewebe vom Stroma getrennt. Dieses zeigt den grundsätzlich gleichen Aufbau wie die Wandung eines Drüsenganges erster Ordnung, wobei elastische Fasersysteme faktisch nicht nachzuweisen sind, während eine angedeutete Faltung nur bei sehr weiten Gängen zweiter Ordnung selten einmal zu beobachten sind, da der drahtspeichenartige Aufbau der Aufhängung des inneren Bindegeweberinges eine solche Verschiebung kaum zuläßt. Aus der äußeren Bindegewebszone des Mantelgewebes zweigen die Fasern sich kreuzend ab und scheinen bei starker Spannung direkt und tangential in die Peripherie des inneren Bindegeweberinges einzustrahlen. Man kann jedoch bei geringerem Turgor beobachten, daß die sich kreuzenden Speichensysteme aus einer Fülle von kreisbogenartigen Verbindungen in dreidimensionaler Anordnung bestehen, wie dies schon in ähnlicher Art in subkutanem Bindegewebe beobachtet wurde. Mit den von uns angewandten färberischen und poloptischen Methoden konnte nicht sicher nachgewiesen werden, daß es sich bei den dargestellten Fasersystemen um Teile von Septen handelt; wir möchten dies jedoch annehmen, da die Zwischenräume im Bereich des Mantelgewebes unter entsprechenden Spannungsverhältnissen ebenfalls einen hexaederförmigen Aufbau zeigen.

Wie oben gezeigt, handelt es sich bei den sechseckigen Systemen für Querschnitte um eine Projektion in eine Ebene. Ein Schrägschnitt durch einen Drüsengang läßt leicht die Dreidimensionalität erkennen. Die Querschnittsform des Lumens ist durch zwei gegeneinander gesetzte gotische Bögen begrenzt. Das oben angegebene Schema läßt sich nur mit Überlegung anwenden: Die Längsachse des spitz zulaufenden Schrägschnittes ist durch die Mitte zweier gegenüberliegender Sechseckseiten gelegt zu denken; diese Spitzen entsprechen dann den Anheftungspunkten der Wandstruktur in den Scheitersystemen; ein solcher Schrägschnitt durch einen Gang ist am deutlichsten, wenn er unter 45 Grad zur Gangachse erfolgte. Wie oben gezeigt, handelt es sich somit bei diesen spitzwinklig sich schneidenden Fasersystemen um die Zugrichtung der Aufhängesysteme eines längsgeschnittenen Ganges. Auch hier ist bei geringerem Turgor das Prinzip der Doppel-Y-Systeme nachzuweisen. Diese Haltesysteme strahlen wiederum unter einem Winkel von 45 Grad in die äußere Bindegewebszone des Mantelgewebes ein, deren enge Wellung durch den tangentialen Angriff der sich kreuzenden Fasersysteme entsteht. Der Aufbau der Wandstruktur und des Aufhängeapparates der Drü-

senendstücke ist dem zuvor beschriebenen identisch. Mit der Ausnahme, daß hier noch als besondere Bildung die von EHRENBAND beschriebenen glatten Muskelfasern hinzukommen, welche sich nach unseren Beobachtungen in ihrem Verlauf um 45 Grad verdrehen, zwanglos in das angegebene Schema einordnen. Kennzeichnend für die Entwicklung der Mamma, d.h. für das Wachstum der Drüsengangsysteme ist die Tatsache, daß sich der Halteapparat noch ein Stück über die Drüsenendabschnitte in das Stroma hinein fortsetzen, womit gezeigt wird, daß Drüsengänge erster und zweiter Ordnung mit Ausnahme der oben geschilderten Besonderheiten grundsätzlich den gleichen Aufbau zeigen.

Auf das elastische Gewebe eingehend, zeigt sich seine Verteilung bei der virginellen und bei der postlactanten Mamma in der Form, daß sich eine Schicht aus vielen feinen Fasern in Epithelnähe und eine zweite aus derberen Fasern in geringerer Anzahl in der Anheftungszone finden; ist bei der virginellen Drüse die Faserverteilung noch relativ unregelmäßig, so ist sie bei der Mamma postlactans ziemlich gleichmäßig. Die Faseranzahl ist bei beiden innerhalb einer Falte größer, außerhalb entsprechend geringer. In der Anheftungszone erscheint die elastische Membran großmaschig flach, eher "einschichtig", während sie in der subepithelialen Zone engmaschiger und mehrschichtiger ist. In beiden Zonen sind der Verlauf der kollagenen und der elastischen Fasersysteme gleichlaufend und identisch. Übergänge von elastischen Fasern in die Umgebung waren mit Ausnahme einer gewissen Ausrichtung zu den bindegewebigen Septen, wie dies bei Präparaten von Mamma lactans deutlich wurde, nicht nachzuweisen. Diese Stellen entsprechen der Begrenzung der Drüsenläppchen. Mamma-lactans-Präparate zeigen bei der prallen Füllung der Drüsengänge eine Deformierung der subepithelialen und der Anheftungszone zu einer Schicht unter Verdeutlichung der Faserverläufe synchron zu den gleichzeitig poloptisch wahrzunehmenden kollagenen Systemen. Unsere Präparate zeigen hiermit einen im Prinzip identischen Wandauf- und Einbau für die Mamma virginis, lactans und postlactans. Es wird hiermit weiter gezeigt, daß die Kontinuität und Erhaltung der elastischen Fasersysteme über die erste Schwangerschaft hinaus bis zur Multipara reicht.

VIII. Mamma lactans (Lupe und Mikroskop)

Man erkennt schon bei der unbewehrten Betrachtung eines 300 μ - Schnittes, daß hier bei dem maximalen Ausbildungsstand der Drüsenfunktionen ein bestimmtes Mosaik vorliegt. Mit Azan und nach MASKAR gefärbte Präparate zeigen bei schwacher Vergrößerung unter der Lupe mosaikartig angeordnete, relativ regelmäßige Figuren, innerhalb welcher sich deren Form in Verklei-

nerung wiederholt. Die Flächenbegrenzungen verlaufen über einen bestimmten Anteil ihres Gesamtumfanges gradlinig; sechs solcher Linien umschließen ein Areal, wobei es gleichgültig ist, daß die Seitenlänge häufig verschieden ist. Unter Berücksichtigung dieser Tatsache finden sich bei maximal gefüllten Brustdrüsen, bei denen die Milch viele Stunden lang vor dem Tode nicht abgenommen wurde, bis zu über 80 % solcher sechseckartiger Drüsenläppchen. Einen entsprechenden Prozentsatz zeigen gleiche Formen von Drüsenendstücken in ebenfalls nicht immer regelmäßiger Form auf. Bei starker Vergrößerung kann beobachtet werden, daß die Wandungen eines solch sechseckigen Drüsenendstückes in schräger Aufsicht die Epithelzellkuppen und in flacher Aufsicht die sechseckigen Epithelauflagerungen des Bodens zeigen. Damit sind die sechseckigen Querschnittsformen, also von der größten Drüsenläppcheneinheit bis hinunter zur kleinsten Einheit des einzelnen Drüsenendstückes zu beobachten. Wenn man diese Tatsache auch bei der Mamma lactans am besten oder am leichtesten beobachten kann, so sind diese Beobachtungen doch auch in den anderen Drüsenstadien mit Sicherheit zu machen. Die Ausbildung der Milchdrüsen unter der Schwangerschaft zeigt zudem wieder einen Abschnitt der Entwicklungsform der Mamma. Es ist zu beobachten, daß sich feinste Septen, welche gegenüberliegende Sechseckpunkte verbinden, verstärken und so durch Aufteilung mit der Ausbildung eines neuen Drüsenläppchens beginnen. In gleicher Weise sind häufig die intralobulären Gänge eingebaut. In Abhängigkeit von ihrer Lage zeigen sie entweder peripher einer der Sechseckseiten anliegend einen dreieckigen Querschnitt oder im anfänglichen Verlauf noch im Zentrum des Läppchens gelagert einen zwangsläufig mehr sechseckigen Querschnitt. Unter den letzteren gibt es wiederum zwei Entwicklungsmöglichkeiten zu einem im bindegewebigen Stroma gelegenen Hauptausführungsgang, einerseits vom Verlauf des Zentrums des Läppchens an dessen Peripherie und dann durchbrechend in das Stroma, oder andererseits durch direkte Vermehrung des Bindegewebes nach innerer Läppchenteilung zu einem neuen Stromaaufbau um den Gang herum; diese letztere Möglichkeit der Entwicklung ist daran zu erkennen, daß hier bei mit Elastica gefärbtem Material keine elastischen Fasern nachzuweisen sind. Für den Aufbau eines intralobulären Ganges und Längsschnitt über einen längeren Verlauf konnten wir bei der lactierenden Mamma kein geeignetes Präparat finden. Dafür war ein solches aus dem Beginn des letzten Drittels der Schwangerschaft, wo nur etwa mittlere Spannungsverhältnisse bestanden, besonders aufschlußreich. Die Drüsenendstücke zeigten hier den Übergang vom runden zum sechseckigen Querschnitt, die Interstitien waren noch relativ breit und die Fasern der Zwischensepten noch relativ locker gepackt. Die Faserverläufe zeichne-

ten sich in beinahe ideal-schemahafter Weise entsprechend unserem angegebenen Schema für ein Gefäß wie für einen Drüsenendstückquerschnitt ab. Das Bild zeigt den Modus der Gangentstehung durch die Auflösung der Zwischenmembran zweier aneinander gelagerter Sechseckflächen der dazugehörigen 12-flächigen Vielecke sechseckigen Querschnitts. Diese These läßt sich anhand von Längsschnitten von intralobulären Gängen nachweisen in Analogie zu dem Bild der Bronchioli respiratorii, wie dies noch bei der Besprechung der Befunde nachzuweisen sein wird. DABELOW hatte diese von uns an den intralobulären Gängen gezeigten "Aussackungen" schon für die intralobulären Gänge gezeigt, wobei der Unterschied lediglich darin besteht, daß die "Einschnürungen" der intralobulären Gänge durch die benachbarten Ecken der prallgefüllten Drüsenendstücke, bei den übergeordneten interlobulären Gängen dagegen durch die übergeordneten Drüsenläppchen bedingt werden. Daß diese Aussackungen nicht immer vorzufinden sein müssen, hängt naturgemäß vom Füllungs- und damit Spannungszustand des Gesamtsystems ab.

Noch klarer und distinkter treten diese Strukturen in den Mammandrüsenkörper eingestreute und erhalten gebliebene Inseln von Fettgewebkörpern auf. Die gleichartige Struktur der einzelnen Fettzellkomplexe und der benachbart gelegenen Drüsenendstückchen ist gut zu erkennen. Gerade die Nachbarschaft zeigt deutlich, daß die raumsparende Struktur gegeben ist durch die gleichartige bindegewebige Aufhängung.

IX. Pectoralisfascie

Wie oben gezeigt, besteht die Brustfascie aus mehreren Fascienschichten. So zeigt auch die Betrachtung isolierter Schichten verschiedene Faserbilder, deren Faserverläufe nur ein teilweises Auffangen von Zugrichtungen erkennen lassen. Da aber nach Betrachtung von Extremitätenfascienbildern und der Abbildungen von Arbeiten über die Struktur der Bauchwand, der Falx cerebri, sowie der Hirnhäute aus der POPA'schen Schule im Bereich der Fascie ein Ausgleich aller Zugrichtungen gefordert werden muß, wurde, wie oben angegeben, ein 6 mm dickes, alle Schichten enthaltendes Fasersystem nach Aufhellung in Xylol poloptisch untersucht. Mit der Einrichtung nach G. MÜLLER wurden alle Faserverläufe eingestellt und in poloptischen Übersichtsphotographien zur Rekonstruktion des Gesamtfaserverlaufes belegt.

Die Faserdichte und Faserstärke im perimammären Gebiet entspricht in ihrer Ausprägung der der Rumpfwände und der der Extremitäten. Innerhalb der Mammaanheftungszone finden sich sehr feine und dünne Fasern, welche nur im Bereich der intermuskulären Septen etwas dichter gepackt sind. Es ent-

spricht dies dem Bild der Glutaeusfaszie, welche eine ähnliche funktionelle Aufgabe als Reserverpolster bei ausgedehnten Extremitätenbewegungen gegenüber dem Rumpf hat. Während sich die Faserverläufe im perimammären Bereich klar in den oben geschilderten X-Y-Strukturen darstellen, sind diese innerhalb des Bereiches der Mammaanheftungszone erst nach einigem Einsehen unter synchroner Drehung nach G. MÜLLER aufzufinden. Die Grenzzone zwischen beiden Bereichen ist durch viele Faserstümpfe gekennzeichnet, welche der oben beschriebenen Mammaanheftungszone entspricht. Wie oben gesagt, handelt es sich bei diesem Fasciensystem um eine Verschiebe- und Koordinationsschicht zwischen Muskulatur und Cutis-Subcutisregion mit ihren Anhangsgebilden.

Von einem eigenen Rekonstruktionsschema der in der Fascie vorgefundenen Faserverläufe konnte abgesehen werden, da diese mit dem Schema der Hautfelderungslinien identisch sind. Auf diese Weise wurde unsere Arbeitshypothese bestätigt, wonach eine irgendwo im System auftretende Belastung durch Zug und Druck vermittels dieses Koordinationssystems den ganzen Körper durch entsprechende Kräfteverteilung daran teilnehmen läßt. Es versteht sich am Rande, daß das Schema der Hautfelderungslinien und das des Fascienbildes am gleichen Objekt gewonnen wurden. Unwesentliche Unterschiede zu unseren Befunden können sich höchstens durch Fixierung in anderen Körperlagen bilden.

C. BESPRECHUNG

der Befunde unter Berücksichtigung der Funktion und der Literatur

Betrachten wir zunächst unsere Ergebnisse im Spiegel der Lehrmeinung, wie sie in den Lehrbüchern der Anatomie fortlebt. Frühe, für unsere Zwecke dienliche Aufschlüsse finden wir bei H. LUSCHKA, welcher den Brustschulterbereich mit PETRY als eine für den Menschen kennzeichnende, sich immer in Bewegung befindliche Region ansieht. Entgegen diesem vorangestellten Motto leiten sich doch alle seine Befunde vom liegend fixierten Objekt ab. Unter Berücksichtigung dieser Tatsachen stimmen unsere Befunde mit den seinen weitgehend überein, betreffend die Lokalisation, die Dicke der Haut, die Beobachtung des membranartigen Aufbaues der "Retinacula cutis" und ihr grober Einbau in das Stratum papillare, die Form der Oberfläche und die Art des inneren Aufbaues des Mammadrüsenkörpers - allerdings ohne Berücksichtigung

sichtigung der Existenz des Lobus lateralis - sowie des Baues der Mamille, sodann die mehrschichtige Aufgliederung der Fascia pectoralis mit ihren Verbindungen zu der tiefen Brustfascie als einem geschlossenen (zu dieser Zeit noch nicht als funktionell beschriebenen) System und die Gliederung des M. pectoralis maior mit seiner Entfaltung bei der Elevation bzw. der Randeinrollung beim Senken des Armes. Wohl als einer der ersten gab LUSCHKA eine zusammenfassende Beschreibung von Formverschiedenheiten der Mamma und der Lokalisationen von aberrierenden Mammae im Bereich der Milchleiste und an anderen Stellen, wie z. B. den Extremitäten.

Ausgehend von dieser etwas summarischen Zusammenfassung wollen wir uns mit den einzelnen Befunden auseinandersetzen; zunächst zur äußeren Form der Mamma, nachdem zur Lokalisation sich keine neuen Gesichtspunkte ergaben. LUSCHKA beschrieb sie noch als halbkugeliges Gebilde, KRAUSE (1879) betonte mehr auch die Umschlagsfaltenbildung sowie die zumeist vorliegende Schrägstellung der solcherart gebauten Brüste, wobei die durch die äußersten Punkte der Umschlagsfalten gelegten Linien sich unter einem stumpfen, nach cranial offenen Winkel schneiden. Wir bestätigten diesen Befund für die Körperhaltung der Liegenden bei zurückgenommenem Schultergürtel und erweiterten ihn durch die Beobachtung, daß sich durch Vorziehen des Schultergürtels diese Achse bei nicht zu alten Menschen derart verändert, daß sie nach Durchführung dieser Bewegung unter entsprechenden Kautelen einen ebenfalls stumpfen, jetzt aber nach caudal offenen Winkel bildet. Diese Lage-Formänderung wird durch das Sich-Abheben des M. pectoralis maior von seiner Unterlage und durch eine Veränderung in der Koordination der Fasern der Fascien, der mit diesen verbundenen subcutanen Systeme von Bindegewebssepten und über das Stratum papillare der Cutis hervorgerufen, wie dies noch weiter unten zu zeigen sein wird. Es entspricht bei zurückgenommenem Schultergürtel die Linie dem Verlauf der caudalen Begrenzung des Lobus lateralis. Der Lobus lateralis taucht erst in den zwanziger Jahren in den Lehrbüchern auf (RAUBER-KOPFSCH, BENNINGHOFF, BRAUS) und wird hier nur in seiner Existenz beschrieben. Anhand von Bewegungsversuchen konnten wir zeigen, daß der Lobus lateralis eine Neuerwerbung des Homo sapiens ist infolge der Lage der Mamma an dieser Stelle (PETRY) über dem großen Brustmuskel und infolge der aufrechten Körperhaltung. Es konnte gezeigt werden, daß sich der Lobus lateralis durch die Entfaltung des M. pectoralis maior bei der Elevation des Armes und in der - dem vierbeinigen Mammalier entsprechenden - Knie-Ellenbogen-Lage, also durch Koordinationsänderung des Systems Fascie-Stratum reticulare-Stratum papillare-Cutis wieder ganz in die halbkugelige Urform der Mamma einfügt, soweit einfügt, daß er palpatorisch, präparatorisch und histologisch mit Dick- und Dünn-

schnittechnik nicht mehr nachzuweisen ist, d.h., wie oben beschrieben, durch seine Lage an dieser Stelle auf dem M. pectoralis maior bedingt ist. In der Literatur findet sich m. W. kein entsprechender Befund. Doch spricht für unsere Ansicht, daß der Lobus lateralis erst im zweiten Drittel der Mammaentwicklung bei entsprechender Haltung nachzuweisen ist und daß ein solcher auch bei der Pubertätsgynäkomastie (FANCONI) sowie bei nicht mehr aktiven Sportlern, welche sich vornehmlich ihres Schultergürtels bedient haben, nachzuweisen ist. Wie bei der Beschreibung der Hautfelderungslinienbilder festgestellt wurde, worauf noch einmal einzugehen ist, wird die Mamma von einem sechseckigen begrenzten Liniensystem überzogen. Da es sich dabei gleichzeitig um Zugspannungslinien bzw. deren Äquivalente handelt, könnte man daraus schließen, daß auch die weibliche Brust wenigstens einer sechseckigen Basis aufsäße. Bei der sehr jugendlichen Brust bis etwa zum 18. Lebensjahr ist dies nur sehr schwer nachzuweisen. Doch mit zunehmendem Alter ist dies möglich, wenn man davon ausgeht, daß die oben beschriebene Verbindungslinie der Umschlagsfaltenendpunkte zugleich die Verbindungslinie zweier gegenüberliegender Sechseckpunkte ist. Die leicht ausgewölbten Seiten des Sechsecks sind dann unschwer zu finden.

Gehen wir nun zu diesen Hautoberflächenbefunden über, welche den zuletzt oben geschilderten Befund anregen. C. LANGER (1861) hatte mittels seiner Spaltungsmethode gezeigt, daß die Cutis bestimmten Spannungen unterworfen ist und hatte diese für den ganzen Körper aufgezeichnet. KRAUSE (1879) und HYRTEL (1884) beschrieben zusammenfassend die Hautfelderungslinien und ihr Verhältnis zum Aufbau des Coriums und wiesen darauf hin, daß man die einzelnen Teilstücke in einer Richtung als ein Ganzes ansehen müsse, daß diese Linien nicht in der Körperlängsachse verliefen, sondern sich in einem spitzen Winkel über dieser schnitten und daß sie schließlich, durch Bindegewebssepten mit den Fascien verbunden, von den Muskeln bei Gelenkbewegungen so verlagert würden, daß die Spannung in der Haut immer ausgeglichen würde. PINKUS (1927) setzte den Verlauf der Hautfelderungslinien und den Haarstrich zueinander in Beziehung. PERNKOPF (1943) vereinigte all diese Befunde in zwei Schemata. Uns fiel dabei auf, daß die Regio mammae dabei eine Sonderstellung einnahm durch die kreisförmige Begrenzung der Mamma und des intramammären Bildfeldes. Wir kopierten diese Befunde zu einem Schema und fanden dabei, daß die geradlinigen Verläufe von den bogenförmigen tangiert wurden. Es ergab sich ein ähnliches Bild, wie wir es an der Armfascie vorgefunden hatten. Fast alle Zugrichtungen fanden ihre Aufhebung. VOSS (1937) hatte mit Hilfe der C. LANGER'schen Methode eine Übereinstimmung im Spannungsrichtungsverlauf feststellen können, so daß

uns dieser Gedanke auch für unsere Arbeit förderlich erschien. Mittels der zu Beginn beschriebenen Methode kamen wir dann zu den sehr naturnahen Ergebnissen, welche in dem Schema, das uns gleichermaßen zur Kennzeichnung des Verlaufes der Hautfelderungslinien als des Faserverlaufes der Fascie der Regio mammaria dient. Abgesehen von der Ansicht von KRAUSE und HYRTEL wurden wir auch durch die Betrachtung von Dickhäutern im Zoo und Makrophographien von ENGEL (1958) in der Richtigkeit unserer Beobachtung bestärkt. Andererseits finden wir auch dort, bei SCHÖNFELD und WOLF (1937, 1939/40, 1940), die von uns beschriebenen Hautfelderungsternchen abgebildet, ohne daß sie in ihrer Zugehörigkeit zu den Papillen beschrieben werden. Wir konnten zeigen, daß sie durch Ausgleich aller Spannungen als Ruhestellung der Haut und damit der unterlagerten Muskulatur und der Gelenke zu deuten sind. Eine vergleichbare Oberflächenstruktur wurde bisher nur von HOFMANN (1951) an der Milzkapsel gezeigt, wo die vermittels der Trabekel aus dem Zentrum an die Oberfläche aufwärtsgeführten Zugspannungen in die Oberfläche gleichmäßig verteilt werden. Ein Unterschied besteht lediglich in der Differenz der Milzkapsel- und der Coriumdicke sowie im Aufbau des Milztrabekels und einer Coriumpapille. Auf die letztere wird noch einmal bei der Besprechung des Coriumaufbaues einzugehen sein. Dort findet auch die Ansicht KRAUSES, HYRTELS, v. LANGER-TOLDTs und HEITZMANN-ZUCKERKANDELS betreffs der Verursachung der Hautfelderungslinien ihre Bestätigung. Schon die letzteren der oben zitierten Autoren bringen detailreichere Schilderungen der Epidermis und des Coriums und mit ihnen die späteren Autoren über dieses Gebiet bis zum Zweiten Weltkrieg. Doch bauen sie fast alle ihre Vorstellungen von der Haut auf ihre Befunde auf, welche sie an der Volar bzw. an der Plantarseite von Hand bzw. Fuß gewonnen hatten. Die klarsten Bilder, z. T. als Wiedergaben von polarisationsoptischen Aufnahmen, finden wir bei PETERSEN (1935). Die mittleren Coriumabschnitte betreffend decken sich unsere Befunde im Quer- und Längsschnittbild mit den flach ansteigenden und sich verzweigenden Faserverläufen. Doch sind gerade an der Corium-Epidermisgrenze die Verhältnisse ganz anders als im Bereich der übrigen Haut infolge des steilen Faseranstieges, welcher bedingt ist durch die tiefe Papillenbildung entsprechend der Epidermisdicke der Vola und der Planta. In entsprechender Weise darf auch der Tonofibrillenverlauf nicht verallgemeinert werden. Wir dürfen hier nur entnehmen, daß die Hauptmasse der Tonofibrillen von den Papillarkämmen aufsteigt bis unter die Furchen der Leistenhaut; während ihres Aufstiegs geben sie ständig unter Aufzweigung Fibrillen ab, welche sich mit benachbarten vereinigen. So entstehen die Leisten. Für die übrige, die Felderungshaut, ist das Bild, wie wir zeigen konnten, etwas anders. Hier stei-

gen die Tonofibrillen nicht nur aus dem Bereich der Papillarkammssysteme auf, sondern von der ganzen Oberfläche eines Hautfelderungssternchens als abschließende Bedeckung einer Papille. Da, wie wir an Flachschnitten sahen, die Tonofibrillen radiär von einem Hautfelderungssternchenzentrum ausgehen und mit denen benachbarter bogenförmig Verbindungen eingehen, finden wir ihre Verläufe in ähnlicher Form, wie wir dies für die Hautfelderungslinien beschrieben hatten. Wie schon bei den Untersuchungen gesagt, handelt es sich aber nach Arbeiten von HORSTMANN (1957), HORSTMANN u. KNOOP (1958), SELBY (1957), v. BARGEN (1959) und HOFFMANN (1959) bei den Tonofibrillen nicht um Fasern im eigentlichen Sinne, sondern um Granular- oder Fillarstrukturen, welche sich unter Spannung ausrichten. Dafür spricht, daß die Tonofibrillenverläufe nicht nur von den BIZZZERO'schen Kontaktknötchen ausgehen, sondern auch von den zwischenliegenden Zellwandflächen. Auf Grund dieser Vorstellung darf man vielleicht von einer "Spongiosa" der Epidermiszellen sprechen. Wir wurden darin bestärkt durch die Beobachtung, daß die Tonofibrillenverläufe bildlich die Fortsetzung der Faserverläufe der Basalmembran und des angrenzenden Coriums bilden. Betreffs der Existenz der Basalmembran schließen wir uns der Vorstellung von SCHMIDT (1921), PLENK (1927), DICK (1947), ODLAND (1950) und v. BARGEN (1959) an, im Gegensatz zur Ansicht von SCHAFFER und PATZEL (1929). Mit den zuvor und den zuletzt weiter oben genannten Autoren nehmen wir im Gegensatz zu SZODORAY (1931) und GRZYCKI (1949) einen kontinuierlichen Faserübergang aus den Fasern der Basalmembran in die Tonofibrillen nicht an. Wir sind vielmehr der Ansicht, daß die äußersten Basalmembranfasern bogenförmig umkehren, so wie wir dies auch für die Faserverläufe der oberen Coriumabschnitte beschrieben haben. Wir sind damit weiter der Ansicht, daß die Basalmembran ein Abschnitt des Coriums ist, welcher sich diesem gegenüber lediglich durch seine feinen Faserverzweigungen auszeichnet. Für deren Verlauf konnten wir allerdings ebensowenig wie für den des Coriums in der Literatur eine Parallele zu unseren Ergebnissen finden. Lediglich SIMON (1951/52) und SPRANKEL (1955) zeigen beim Wild- und Hausschwein ein unserem Bild entsprechendes Papillarmuster, ohne allerdings dem Faserverlauf im System nachzugehen. Auf die Zweckmäßigkeit und die Funktion des Faseraufbaues der Papillarsysteme soll erst weiter unten zusammenfassend eingegangen werden.

Wenden wir uns dem subcutanen Fettgewebe zu und lassen zunächst einmal die dort eingeschlossene Brustdrüse außer Betracht. LUSCHKA (1863), KRAUSE (1879) und HYRTEL (1884) beschreiben noch die septenartige Umgrenzung der Fettläppchen und das Einstrahlen der Septen sowohl in die Pa-

pillen des Coriums als auch in die Fascien. Diese Vorstellung von der septenartigen Abgrenzung tritt unter dem Begriff des Retinaculum cutis in den späteren Hand- und Lehrbüchern in den Hintergrund und wird erst durch TIETZE (1922) und BLECHSCHMIDT (1934) für die Fußsohle und Ferse, sowie von NOETZEL (1936) für die Gesäßgegend neu belebt. Diese Autoren vermittelten auch die Vorstellung von der Funktion des subcutanen Fettpolsters im Sinne einer Druckaufnahme-Druckverteilung auf eine große und damit unschädliche Fläche durch eine Art Wasserkissenfunktion. Der Bindegewebsapparat des Fettpolsters ist, wie wir zeigen konnten, so gebaut, daß "Rohrsystemen" jeglicher Art unter der Ausführung der Druckausgleichsfunktion das Offenbleiben ihres Lumens garantiert bleibt. Es ist dafür die Art des Wandaufbaues und des Einbaues in die Septen verantwortlich zu machen, sowie andererseits der Einbau und die dadurch bedingte polygonale Form sechseckigen Querschnitts der von den Septen eingeschlossenen Fettpolsteraggregate. Dieses System zur Druckaufnahme-Verteilung und Bewegungskoordination rund um den Mammarydrüsenkörper sitzt seinerseits wieder einem Koordinationssystem auf, welches die Aufgabe hat, die Bewegungen der untergelagerten Muskulatur in sich und gegen die darüber gelagerten Organsysteme zu führen. Wir konnten zeigen, in Bestätigung der Befunde von BROESIKE (1904), daß die Pektoralisfascie im Gegensatz zu den Extremitätenfascien ein System darstellt aus Faserschichten unter Zwischenlagerung von Fettpolstern. BROESIKE hatte diesen systemartigen Aufbau für die Brust- und die Bauchmuskelfascie gefunden. NOETZEL (1936) konnte das Gleiche für die Glutaeus-Region zeigen und funktionell als Koordinationssystem zur Druckaufnahme und als Reservepolster bei Gewebeverschiebungen deuten. Wir waren auf Grund der Faserverfolgungen zu den gleichen Vorstellungen gekommen und hatten darüber hinaus beobachten können, daß es gerade diese Gebiete, also Brust-, Bauch- und Glutaealregion sind, welche im Sinne einer Sicherung der Funktion nach einer Hungerperiode zuerst und überschüssig erneut Fett speichern. Die Fascien haben also in diesen drei genannten Regionen weniger eine Führungsaufgabe im Sinne eines "Außenskeletts" (FRITSCHKE), sondern sie haben mehr verschiedene Organabschnitte, wie z. B. die Entstehung des Lobus lateralis, in ihren Bewegungsabläufen zu koordinieren. Zur Erfüllung dieser Aufgabe sind sie mit ihren verschiedenen Blättern (PFUHL, 1934), und dies besonders im Schulterbereich, mit den angrenzenden Extremitätenfascien vielfältig verknüpft.

Wenden wir nunmehr der Brustdrüse unser Augenmerk zu, welche, wie wir sahen, in einer so stark bewegten Region des Rumpfes liegt. PETRY und IUSCHKA hatten schon darauf hingewiesen. Bedingt ist die Lage wohl durch den aufrechten Gang des Primaten (MAURER, 1928) und des Menschen, bei

denen auf diese Weise die oberen Extremitäten zu höherer Tätigkeit frei werden; gleichzeitig bedarf das Neugeborene dieser beiden Gruppen durch sein verlangsamtes Heranreifen einer längeren unmittelbaren Fürsorge und für längere Zeit der Sicherung und des Transportes durch die Eltern. Während bei den Vierbeinigen die Säuglinge am ungehindertsten die Milchleiste in der Leistenbeuge erreichen können, ist bei den Primaten und den Menschen die Brustregion am leichtesten zu erreichen. Nach SCHREIBER (1934) sind dafür auch die Formveränderungen des Bauchraumes bei Stellungsänderungen des Körpers zu berücksichtigen. Doch kommen sicher auch noch andere Faktoren hinzu. Wir hatten beobachtet und hatten darlegen können, daß die Regio mammaria zu den drei großen Reservefettpolstern gehört. Dazu hatten wir zeigen können, daß die Mamille beim Manne und beim Weibe durch einen bindegewebigen Leitstrang an der Grenze zwischen der thorakalen und der abdominalen Abteilung des *M. pectoralis* befestigt ist und daß beim Manne und beim jungen Mädchen eine Achse durch die Mamille, den beschriebenen Anheftungspunkt und etwa durch die Mitte der Spina scapulae geht. Es ist dies die Achse, um welche im Bereich des Schultergürtels die Elevation des Armes eingeleitet wird. Nur bei dieser Bewegung und beim Vorschieben des Schultergürtels wird der *M. pectoralis maior* ganz oder teilweise entfaltet, d. h. in Bewegung gesetzt. Diese Bewegung läßt lediglich die Aufhebung und das Wiederhervortreten des Lobus lateralis resultieren. Alle Verlagerungsbewegungen einschließlich der Drehbewegung um die Elevationsachse innerhalb des Muskels werden schon weitgehend durch das mehrschichtige System der Pektoralisfascie kompensiert. Das bedeutet also, daß die Brustdrüse daher an diesem Ort lebhaftester Bewegung zugleich eine optimal ruhige Lage innehat. Die Milchleiste ist überhaupt an der Rumpfwand auf der Grenze zwischen dem *M. rectus abdominis* und *M. obliquus abdominis* an einem weitgehend bewegungsarmen Ort gelegen. DABELOW (1933 u. 1941) beschrieb bei Nagern und beim Menschen die Entfaltung der Brustdrüse. Für die Nager konnte er zeigen, daß das Fettgewebe das Platzhaltergewebe für die entstehende Milchdrüse ist. Beim Menschen fand DABELOW eine Dreistufigkeit der Entfaltung: Die Drüsenschläuche entwickeln sich in die Septen des Fettgewebes hinein, von welchen aus dann infolge von Bindegewebsapposition an diese eine schrittweise Verdrängung des Fettgewebes stattfindet. Erst in diese neu entstandenen Bindegewebsmassen hinein entwickelt sich die Milchdrüse. Damit haben wir in ein günstiges Milieu hinein eine u. E. typische umwegige Entwicklung, wie sie NAUCK (1941) für andere Regionen des Körpers beschrieben hat. Gehen wir an Hand des Baues des Drüsenausführungsganges noch einmal einigen Entfaltungsstadien nach. DABELOW (1941) zeigte für die primären Drüsen-

ausführungsgänge die einzelnen Faserverlaufsrichtungen des kollagenen und elastischen Bindegewebes auf. Diese Verlaufsrichtungen ließen sich zwanglos mit dem von uns vorgefundenen Wandaufbau in Verbindung bringen. Daß der von uns angegebene Wandaufbau, den DABELOW (1941) nur für den virginellen Drüsenausführungsgang feststellen konnte, auch für die laktierende und ruhende multipare Mamma zutrifft, konnte von uns an Hand einiger glücklich getroffener Schnitte gezeigt werden. Der Wandaufbau sekundärer Gänge entspricht, abgesehen von dem spezifischen Mangel an Faserdichte im Mantelgewebe in Abhängigkeit von dessen spezifischer Schichtung, dem der primären Ausführungsgänge. Es konnte gezeigt werden, sowohl im Lupenbereich als auch bei mikroskopischer Betrachtung, daß das umgebende Bindegewebe ein integrierender Bestandteil des Wandaufbaues ist. Es besteht hier eine gewisse Parallele zum Gefäßeinbau in die Neuroglia. Andererseits erklärt sich auch durch den Einbau der primären Gänge in das dichte Stroma die nur hier mögliche Faltung derselben; hier stützen sich die Fasern der verschiedenen Verlaufsrichtungen gegeneinander wie an einem Hypermochlion ab. Im Bereich der sekundären Gänge ist dies wegen der Verschiebbarkeit innerhalb der mittleren der drei Schichten des Mantelgewebes nicht möglich; hier wird durch den dreischichtigen Bau erreicht, daß eine solche Faltung nicht auftreten kann. Die Berücksichtigung der weiteren bindegewebigen Umgebung eines Ganges entsprechend DABELOW (1941) erbrachte dann ja erst das Auffinden der exakten Verläufe des Fasersystems des Gangaufbaues und -aufhängung als ein geschlossenes System. Da bei der Untersuchung an dicken Schnitten immer wieder Venen und z. T. Arterien von Drüsenausführungsgängen verschiedenen Faltungsgrades differenziert werden mußten, fiel zwangsläufig die große Ähnlichkeit im Auf- und Einbau dieser verschiedenen Röhrensysteme auf. Eigene Beobachtungen in anderen Organbereichen bestätigten diesen Eindruck. In der Literatur wurde ein unserem System entsprechender Befund wohl z. T. abgebildet, aber im Verzweigungstyp nicht erkannt und nicht beschrieben. MUGALINSKY (1937) berichtete über die Synovialscheide der Achillessehne, SEKI (1941) und ROHEN (1953) über den M. orbicularis oculi und seine Beziehungen zu den Tränenröhrchen, BANDMANN u. REICHEL (1954) über den glatten Schließmuskel von Pinna nobilis, GOERTTLER (1949) über die Muscularis mucosae des menschlichen Darmes, NEUKIRCH (1956) über die Muskulatur des unteren Uterinsegmentes, GEIGER (1956) über den Beckenausgang kleiner Wiederkäuer, ROLLHÄUSER (1949) über den Parotisausführungsgang, GÄNSHIRT (1949) über die Nabelschnurarterien, ZAWISCH (1955) über die WHARTON'sche Sulze und die Nabelschnurgefäße; auf den Bau der Venenwand ging v. KÜGELKEN (1955 a, b; 1956) ein; BROCKMANN (1937), GRAEFENSTEIN (1938), SCHULTZE-JENA (1940), LELLKRÜGGE (1941), MEYER (1955),

MAYERSBACH (1956), SCHWARZ-KARSTEN (1956 u. 1959) u. a. zeigen den unter verschiedenen Winkeln z. T. ineinander einstrahlenden und spitzwinklig sich überschneidenden Faserverlauf der Arterienwand. Ihre Befunde geben Teilstrecken unseres Systems wieder. Es fehlt immer der Bereich des umgebenden Bindegewebes, welcher von POLACEK (1959) beim Einbau der Koronararterien für diese aufgezeigt wurde. Betrachten wir diese Bindegewebsrandzone noch einmal an flächigen Organgebilden, so zeigten KRALIK u. SERG (1955) und KRAUS (1956) am Centrum tendineum des Zwerchfelles unseren Faserverläufen ähnliche Bilder; für Pericard und Endocard im Bereich der Gefäßdurchtritte WALLRAFF (1937), ZIEGENMEYER (1940) und DEBRUNNER (1956), für die Magenschleimhaut SCHMIDT (1940), für das Hodenbindegewebe ROLSHOVEN (1937), für die Hüllen des menschlichen Gehirnes HOCHSTETTER (1940), sowie RÖHLICH u. BENKE (1958). Zu einer dreidimensionalen Vorstellung gelangten dann R. DABELOW (1950) bei Untersuchungen über den funktionellen Aufbau der Zunge, PROBST (1950) über den Entfaltungsmechanismus der Zungendrüsen in Beziehung zum umgebenden Gewebe und HOFMANN (1944) über den Aufbau und die funktionelle Bedeutung der Milzkapsel. Ihre Befunde, sowie die von A. DABELOW (1933, 1934, 1941) erfahren ihre Bestätigung und weitere Ausdeutung durch die von uns aufgezeigten Ergebnisse. Wir konnten zeigen, daß in dem bindegewebigen Stroma ein präformiertes System vorliegt, welches einerseits ausgelegt ist - im Zusammenhang und in Gemeinschaft mit Haut, subkutanem Fettgewebe und Fascie - sich den von außen herangetragenen bewegungsmechanischen Notwendigkeiten anzupassen und andererseits infolge seines bindegewebigen Aufbaues sowohl bei der Entfaltung der Drüse den Weg und Raum zuweisen, als auch unter der Funktion der Drüse den Sekretionsvorgang zu schätzen und evtl. mechanisch mitzuleiten. A. DABELOW (1955/57) hatte, wie schon bei der Befundbeschreibung zitiert, die Befunde von NAGEL (1942) aufgegriffen und so weit ausgebaut, daß wir sie als Vervollständigung unserer Befunde an der Mamma nur zu übernehmen und einzufügen brauchten; die dort wiedergegebenen Verläufe gehen zwanglos in die von uns angegebenen Verläufe der Hautfelderungslinien, der Faserstrukturen des Coriums und der der subkutanen Septen über. Eine allgemeine Deutung gab DABELOW (1958) durch die experimentelle Untermauerung für die Entstehung funktioneller Strukturen in Form von Diagonalgittern einerseits und von sich kreuzenden Schraubenwindungsformen andererseits, in welche hinein die Entfaltung von Drüsen und das Einwachsen von Gefäßknospen erfolgt.

Von diesen Raumstrukturen in Form von Diagonalgittern und sich kreuzenden Schraubenwindungen wollen wir ausgehen, um in den Versuch einzu-

treten, die von uns aufgezeigten Verlaufsrichtungen der verschiedenen Fasersysteme aus argyrophilem, kollagenem, elastischem und kontraktilem Gewebe als durch einen geometrischen Zwang bedingte Wachstumsstruktur zu deuten. Bei der Schilderung der Befunde hatten wir zeigen können, daß in der Regio mammaria von der Hautoberfläche über die Coriumstrukturen, die Form der Fettpolsteraggregate und der sie umgrenzenden Septen, der Form und der Innenstrukturen, des Gesamtwandaufbaues der Drüsengänge und -endstücke bzw. der Drüsenläppchen der laktierenden Mamma bis zur Faserstruktur der Fascie oder in diesem Falle besser des Fasciensystems immer wieder Sechseckformen als Flächen- oder Raumbegrenzungen auftreten. Wie man leider häufig die Möglichkeit zu beobachten hat, sind im Bereich des Rumpfes Tumoren der Haut und der Subcutis zumeist rundlich, im Bereich der Extremitäten zumeist elliptisch ausgebildet, bei letzteren in Abhängigkeit von der Extremitätenstellung mit der langen Ellipsenachse als Resultierende der Hautspannungslinien. Das bedeutet also, daß in dem Funktionsbereich Cutis-Subcutis-Fascie etwas vorhanden ist, das immer wieder zur Entstehung eines solchen Bildes zwingt. Wir hatten zeigen können, daß für dieses Bild einerseits eine ganz spezifische Bindegewebsstruktur und andererseits der jeweils von dieser umschlossene Raum verantwortlich zu machen ist. Betrachten wir zunächst noch einmal das die Seiten eines Sechsecks umspannende Bindegewebsystem. Es trat uns entgegen als Oberflächenrelief, als Röhren- und als Aggregatquerschnitt, sowie als mehrschichtiges, flächiges Fasersystem. Eine so häufige Wiederkehr der gleichen Struktur erscheint zunächst unwahrscheinlich. So wurden daher vielfältige Beobachtungen nicht nur im Gebiet dieser Untersuchungen, sondern auch bis in technische Bereiche hinein gemacht.

Das grundlegende Element unserer sechseckbildenden Struktur ist die nach FRITSCH (1953) benannte Doppelfaser, von uns vielleicht noch bildhafter als Y-Faser bezeichnet. FRITSCH hatte die Y-Faser präparatorisch darstellen können. An ihrer Existenz ist also damit nicht mehr zu zweifeln. Ebenso wenig an der Tatsache, daß sie eine funktionelle Notwendigkeit ist zur Erfüllung des Gesetzes des Schrägheitsfaktors von Faserzügen, wie es von R. FICK (1904) für gefiederte Muskeln aufgestellt wurde. Sind die Verhältnisse bei der Präparation noch relativ übersichtlich, so ist im Lupen- und erst recht im Mikroskopbereich in einem dichten Gewebe und gar einem dicken Schnitt die Verfolgung einer solchen Y-Faser etwas problematisch. Nach den ersten Aufzeichnungsversuchen gingen den weiteren Untersuchungen eine intensive Beschäftigung mit dem Charakter des Materials und seiner Verarbeitung voraus. Nach den Beobachtungen von SMITH, STRICH and SHARP (1956), sowie nach unseren eigenen bedeutet eine langdauernde Formolfixierung, wie sie bei der Verwertung von Präparier-

kursmaterial zur Faserstrukturanalyse zur Anwendung gelangt, bei genügend langdauernder Wässerung des Materials keine Gefahr von Artefaktbildung. Bei der präparatorischen und färberischen Verarbeitung fand neben ROMEIS (1948) und TOMPSETT die Arbeit von HIRSCH (1955) über die lebensnahe Präparation und physiologische Methodik besondere Beachtung, in der daran erinnert wird, an fixierte Momentbilder eines Bewegungsgeschehens zu denken. Berücksichtigt wurden ferner die physiologischen, physiko-chemischen und histochemischen Grundlagen nach BAKER and ABRAMS (1955), ZEIGER (1938) und GRAUMANN (1958), sowie zur Schneidetechnik ORSOS (1959) und PEACHEYs (1958). Der Letztgenannte erinnerte an die Möglichkeit und die Berücksichtigung der Dystorsion von Fasern unter dem Schnitt (Präparate, welche derartige Fehler zeigten, wurden von uns nicht ausgewertet). Der veränderten Anfärbbarkeit von Bindegewebsfasern (FULLMER, 1958), welche in ihrem Gewebsverband stärkeren Kräften ausgesetzt waren (KUHNKE, 1958), mußte bei unserem Material nicht gedacht werden, da solches nicht verwandt wurde.

Für die Frage der Existenz der Y-Fasern spielen auch, wie wir beobachten konnten, die Altersveränderungen, wie sie z. B. von HALL (1957), SCHWARZ, MERKER, JAHNKE u. HOFMANN (1958) und von KOBRLE und CHVAPIL (1958) beschrieben wurden, keine Rolle. Besondere Schwierigkeiten bedeuteten die Anfertigung und Deutung von Färbungen in Dickschnittpräparaten nach der von ROHEN (1953) angegebenen Methode. Das Gewebe der Regio mammaria unterliegt wahrscheinlich etwas anderen histochemischen Gegebenheiten (EHRENBRAND, 1960). Die vorgenannten Untersuchungen, sowie die von SCHWAB (1940) über argyrophile Fasern der Niere, von KIHARA (1956/59) über die Reticulumfaser, von BAIRATI u. BOULT (1953) Untersuchungen zur Keimbildung bei histologischen Versilberungen, von ENGHUSEN (1957) über Retikulin, Kollagen und Interzellulärsubstanz und über die Reaktionsformen von Elastikafarbstoffen auf das elastische Gewebe nach YOKOTA (1957/58), ENGLE and DEMPSY (1954), WEISS (1954) und nicht zuletzt nach HARMS (1957) bestimmten uns, auf die Originalmethoden zurückzugehen, um eine präzise, optimale Anfärbung aller Fasern zu erreichen. Letzteres ist bei der Methode nach ROHEN (1953) nicht möglich, wodurch diese wegen des Nachweises der Y-Fasern für den Mammabereich ausscheidet. Auch die Polarisationsoptik brachte bei der Beurteilung des Vorliegens von Y-Fasern neue Fragen. Diese bezogen sich einmal auf die Verwendung von Paraffindickschnitten mit der Gefahr des Auftretens von Artefakten durch Anlagerung von Paraffinkristallen (EHRENBRAND, mündl. Mittlg.). Doch konnte durch den unter B/I beschriebenen Versuch gezeigt werden, daß

nach genügender Entparaffinierung derartige Artefakte nicht mehr zu befürchten sind. Die weiteren Fragen konnten geklärt werden durch Arbeiten von SCHMIDT (1921, 1924, 1925/26, 1928, 1932, 1946), KÖHLER (1928), PFEIFER (1949), FRANK (1952), GRABNER (1955), MISSMAHL u. HARTWIG (1955), RATH (1958), INOUE and HYDE (1957) und HELMKE (1959). Die Photographie polarisationsoptischer Bilder wurde sehr erleichtert und z. T. erst ermöglicht durch die Erfahrungen von CRAWFORD (1954) und SCHARF (1953 a, b, 1954, 1956). Von seiten der Technik bestanden damit keine Bedenken mehr gegen das Vorliegen der Y-Fasern. Suchen wir nun im Bereich der stärksten Vergrößerungen Abbildungen, welche uns diesen Fasertyp zeigen, so finden wir diese in den elektronenoptischen Bildern von SCHWARZ u. DETTMER (1953) und SCHWARZ (1958) für elastisches bzw. kollagenes und elastisches Gewebe, bei ROLLHÄUSER (1952, 1953/54) bei kollagenen Fasern; in fast jeder Abbildung findet im Bereich der Fibrillen eine Abzweigung aus einem Faserbündel und z. T. auch das Einstrahlen eines solchen Fibrillenbündels in ein anderes Faserbündel. WASSERMANN (1954/55) trieb seine Untersuchungen bis in den Bereich der Mikro- und Protofibrille vor. In seinen Abbildungen sind Abzweigungen naturgemäß seltener zu sehen entsprechend der noch stärkeren Vergrößerung. Vergleicht man seine Bilder mit denen von frühen Sehnenregeneraten, in welchen die Fibroblasten in mehrzipfliger Form durch feine Fibrillen miteinander verbunden zu sein scheinen, so liegt der Gedanke nahe, daß die Y-Fasern und mit ihnen die übergeordneten XY-Fasersysteme ihren Ursprung nehmen hier aus diesen entwicklungsgeschichtlich frühen Geweben, wie DABELOW (1958) dies ja auch für den Bereich des mehrschichtigen Epithels und der Knorpelplatte fordert. Da es sich bei den zuvor genannten mehrzipfligen Fibroblasten um ein geometrisches Gebilde handelt, welches durch seinen Wachstumsdruck mittels der eingelagerten Fibrillen auf die Nachbarschaft zugleich einen formenden Zug ausübt, entsteht wiederum ein geometrisches Gebilde (anfangs eine Kugel, später unter Spannungszunahme ein Körper sechseckigen Querschnitts) mittels der koordinativen Verspannung durch sechs YX-Systeme (in der Fläche). Wie Beobachtungen von BOVERS (1940), BURKHARDT (1955), LUCINESCU (1936) und PAUWELS (1960) zeigen, gelingt es auch experimentell, zu diesen Strukturen zu gelangen. Wir hatten beschreiben können, wie sich ein solches YX-Fasersystem zu einem sechseckigen Ring zusammenschließen läßt und daß dieser dreidimensional aufzufassen ist entsprechend dem räumlichen Molekülaufbau des Benzolringes als einfachster aromatischer Kohlenwasserstoffverbindung. Wie schon früher aufgezeigt, lassen sich z. B. Teile dieser Ringfaserstrukturen zeigen in der Umgebung der Cubitalgefäße nach FRITSCH (1953), in den glatten, von unter-

gegangenen Gefäßen stammenden Muskelfasern der menschlichen Leber nach EHRENBRAND (1957), im Bau des Soleusbogens des menschlichen Unterschenkels (LOETZKE, 1959), am Bau der Sehne des M. tibialis posterior nach LEUTERT (1958), in der Struktur der Sehnenfaser allgemein, wie von VERZAZ und HUBER (1958) angegeben und in der Fläche gesehen von NAGEL (1939) am elastisch-muskulösen System der Tunica dartos, sowie der Neuroglia nach NIESSING (1936). Das Ringfasersystem wurde dann in Teilen vom gleichen Autor an Hand des gleichen Systems in seiner Beziehung zu dem entsprechenden Gefäßsystem beschrieben. So hatte NAGEL (1938) auch das Bindegewebserüst des Oesophagus und den Faltungsmechanismus zeigen und ausdeuten können. Diese Befunde erfahren durch die unsrigen ihre Bestätigung und im Sinne der funktionellen Ausdeutung als dreidimensionales Ringfasersystem ihre Erweiterung. ROHEN (1958) und GROSS-LERNER (1958) zeigen den Einbau von Zähnen auf und beschreiben dabei ebenfalls Strukturen, welche sich in unser Ringfasersystem einordnen lassen. ROHEN faßt alle Linien als Resultierende aller im Gewebe auftretenden Spannungen auf und sieht in ihr eine geordnete bindegewebige Faserarchitektur, die alle Organschichten miteinander verbindet und das Ganze mechanisch-funktionell zu einer Druckkonstruktion werden läßt; wir sind dabei allerdings der Auffassung, daß der Zug wenigstens in dieser Frage eine ebenso wesentliche Rolle spielt. Gehen wir von den flächigen Gebilden weiter über die zuletzt beschriebenen Rohrssysteme zu dem Drüsenendstück und zum Fettpolsteraggregat als dem Ursystem und schließlich zu der Zelle im Gewebeverband als der geometrischen Ureinheit. Bei der Betrachtung der laktierenden Drüse war aufgefallen, daß alle Einheiten vom Drüsenlappen bis hinab zum einzelnen Drüsenendstück in allen Schnittrichtungen weitestgehend einen häufig sogar regelmäßigen sechseckigen Querschnitt aufweisen. Diese Erscheinung ist so weit verbreitet und in sich so stark, daß die Drüsenausführungsgänge erster bis mehrfacher Ordnung sich diesem Zwang fügen müssen in Form von Aussackungen, wie sie DABELOW (1941) beschrieb. Wir finden in der Literatur in den Untersuchungen von v. GEHLEN (1941) in der Beschreibung des Aufbaues des Acinus der menschlichen Lunge ein ideales Gegenbeispiel zum Drüsenendstück bzw. zur "Fettzelle" im Bereich der laktierenden Brustdrüse. Der Autor gibt ein ähnliches Ringfaserschema, dort in der Gestalt eines elastisch-muskulären Systems, wie wir es im Bereich der Epidermis, des Coriums, der Subcutis, der Fascie und des eigentlichen Brustdrüsenkörpers zeigen konnten. So konnte er auch zeigen, daß früher beschriebene Kreisfaserverbände nicht existieren, sondern bei genauerer Beobachtung das oben erwähnte Bild aufweisen. Bei BURKL (1955) und bei VOSS (1959) finden sich in den Darstellungen von Primärfol-

likeln bzw. in der Aufhängung einer Muskelspindel vergleichbare Strukturen. PETRY (1951) stellte dieselben schon dar und wies auf die Bedeutung für den ovariellen Zyklus hin. Über den systemartigen Zusammenhang der Gitterfasern in den Fettorganen und ihre funktionelle Ausdeutung berichtete LAUBINGER (1938). Er beschreibt die Fettzellen hüllenartig umgebenden Fasernetze, welche durch echte Verzweigungen unter einem Winkel von 45 Grad mit schraubenförmig vorbeiziehenden stärkeren Fasersystemen Verbindung aufnehmen. Diese stärkeren Fasern umgreifen Fettzellaggregate, indem sie sich systemartig verzweigen, wiederum unter einem Winkel von 45 Grad. In den Befunden decken sich unsere Anschauungen, doch sind wir verschiedener Meinung, wenn LAUBINGER der Retikulumfaser elastische Fähigkeiten einräumt. Die Verformbarkeit der Fettzellen und des sie umgebenden Gitterfasernetzes beruht u. E. auf einer Verschieblichkeit und Koordinationsänderung im Bereich der letzteren, sowie auf der Wirkung des reichlich eingebauten elastischen Materials. Zudem erfordert die Verformung einer Fettzelle von der Kugel zu einem Ellipsoid oder einem zwölfblächigen Körper sechseckigen Querschnitts keine wesentliche Faserverlängerung, sondern wird wie oben ausgeglichen. Bei allen drei Formstadien der Fettzelle handelt es sich mit der Kugel, dem Ellipsoid und dem zwölfblächigen Körper um geometrische Gebilde. DABELOW (1956/57, 1957) hatte auf den ähnlichen Entwicklungsmodus, angeregt durch WASSERMANN (1926), von Fett- und Leberläppchen unter Hinweis auf die beiden Organen gemeinsame Fähigkeit, zur Blutbildungsstätte zu werden, hingewiesen. Das Leberparenchym des Menschen und besonders des Schweines weist nach FRITSCH (1954) in allen Schnitorientierungen einen zumeist sechseckigen Querschnitt auf. Das Organ steht durch seine Füllung, ähnlich wie die Mamma lactans, unter einem hohen Innendruck, welcher die ursprünglich während der Entfaltung kugeligen Läppchen unter optimaler Raumausnutzung in einen zwölfblächigen Körper sechseckigen Querschnitts übergehen läßt. Bei allen drei für die Fettzelle oder Fettzellaggregate oben beschriebenen Formstadien, sowie bei den soeben für die Leber- und Brustdrüsenläppchen aufgezeigten Formen handelt es sich mit der Kugel, dem Ellipsoid und dem zwölfblächigen Körper um geometrische Gebilde. Eine kugelige Gestalt nehmen Zellen immer dann an, wenn die Kräfte, welche die Einnahme einer minimalen Oberfläche anstreben, groß genug werden, um sich gegen die äußeren verformenden Kräfte durchsetzen zu können. Das Ellipsoid bedarf als Zwischenform keiner Diskussion. Warum kommt es unter ausreichender Spannung immer wieder zur Ausbildung eines zwölfblächigen Körpers mit sechseckigem Querschnitt, wie dies auch DABELOW (1958) an der Form von Epithelzellen oder Bienenwaben zeigte und wie es bei hochmolekularen Schaumstrukturen (KOGH,

1959) zu beobachten ist? Alle geometrischen Figuren lassen sich mathematisch ausdeuten und zu ihrem Optimum berechnen. Zur Klärung dieser Frage muß die Aufgabe gestellt werden, dasjenige regelmäßige n -Eck zu finden, mit dessen Hilfe eine Fläche vollständig aufgeteilt werden kann und dessen Verhältnis von Umfang zur Fläche ein Minimum wird. Unter der Voraussetzung, daß n eine positive, ganze Zahl und größer als 2 ist, erfüllt das 6-Eck diese Forderung optimal. Es gilt dies nicht nur für die Fläche, sondern auch für die dritte Dimension. Der so bedingte Körper zeigt einen Quader sechseckigen Querschnitts, dessen Höhe einer Seitenlänge entspricht und auf dessen Basen je eine dreiseitige Pyramide ruht, deren Kantenlängen ebenfalls eine Seitenlänge ausmachen. Nur so sind mehrere Schichten dieses definierten Polyeders denkbar und auch nachweisbar. Er geht aus der kugeligen Form der entspannten Zelle unter Spannung hervor und bewirkt durch seinen Verformungsdruck eine symmetrische Ausrichtung der ihn begrenzenden Fasersysteme. Geometrische Figur und funktionelle Faserausrichtung sind unlösbar miteinander verflochten. Dieses System gilt für die Epidermis, wie für die Fettzelle, wie für das Drüsenendstück, wie für das Brustdrüsen- und das Leberlappchen, wie für jede Oberflächen- und jede Septen- oder Fascienstruktur. Unter dem Zwang dieser geometrischen Struktur entsteht eine Wachstumsstruktur. Diese steuert die Korrelationen der inneren Organe (SELBERG, 1956), koordiniert die Entwicklungsbewegungen (BLECHSCHMIDT, 1956) und die Fruchthüllenmotorik (BAUTZMANN, 1956); sie spiegelt sich z. B. in der Mechanostruktur und -funktion der Dura mater (POPA, 1936 a, b), in der Struktur der vorderen Bauchwand (JONESCU, 1936), in Form und Funktion des Systems Muskel-Sehne-Knochen (MOLLIER, 1937), der Entstehung des Längsgewölbes des menschlichen Fußes (SCHREIBER, 1938) und HICKS (1955), des Aufhängeapparates des Zungenbeines (ZENKER, 1957) oder der funktionellen Struktur der Symphyse (SCHMIDT, 1956). Die geometrisch bedingte Wachstumsstruktur ist beispielhaft Grundelement des funktionellen Baues der Herzkammern (PUFF, 1960), der Knochenstruktur an den Ursprüngen und Insertionen von Muskeln (DOLGO-SABUROFF, 1936), des von SCHMIDT (1959) beschriebenen, unserem Ringfasersystem entsprechenden Aufbau der HAVER'schen Systeme (mikroradiographisch bestätigt von MIGNANI, MARCHETTI u. HUSSI, 1959). KNESE (1958) hatte diese Knochenstrukturen und die ihnen zugrundeliegenden Fasersysteme als Verbundbau im Sinne der Hochbautechnik gedeutet, während KUMMER (1959) YX-Fasersysteme abbildete und an Hand des Spongiosabaues des Femurs im Speziellen und des Gesamtsäugerskeletts im allgemeinen mit Brückenbauten verglich. Die gleichen Kräfte bewirken durch Differenzierung und Dedifferenzierung

(TÖRÖ, 1958) Veränderung der Statik und Mechanik z.B. der Gelenke (KNESE, 1955), (KISSELBACH, 1955), des Baues von Gelenkpfannenknorpel (PAUWELS, 1954) und der Spongiosaarchitektur (FICK, 1941, 1910), sowie pathologischer Veränderungen von beispielsweise fetalen Beckenformen in Abhängigkeit von Mißbildungen der Wirbelsäule (SCHRIMPF, 1954) oder des Baues einer Kniegelenkankylose (PAUWELS, 1954).

D. ZUSAMMENFASSUNG

Im Bereich der Regio mammaria konnte gezeigt werden, daß es zwei Erscheinungsformen des Hautoberflächenreliefs gibt: Die Hautfelderungslinien und die Hautfelderungsternchen. Erstere sind Ausdruck des augenblicklichen Spannungszustandes und Abbild der Septensysteme der Subkutis und der Fascie, letztere sind Ausdruck ausgeglichener Spannungsverhältnisse und spiegeln das Bild des Papillarkörpers wider. Die Hautfelderungslinien ergeben ein Ringliniensystem, dessen Innenseiten die leicht durchgebogenen Seiten eines regelmäßigen Sechsecks sind und deren Tangenten die Verbindungen zu und die Teile eines Scherengittersystems darstellen, welche die Körperoberfläche in den vier Haupt- und den vier Zwischenrichtungen der Ebene durchlaufen. Letzteres ist in der Neutralstellung der Haut, der Bedingung für das Erscheinen der Hautfelderungsternchen, am deutlichsten zu sehen. Das Bild der sechseckumspannenden Ringliniensysteme als Oberflächenstruktur der Mamma wiederholt sich als Ringfasersystem gleichen Aufbaues in der Struktur der Coriumpapille. Die Vielfalt der Coriumpapillen ist untereinander durch aus den Tangentenfaser hervorgehende Scherengitterfasersysteme verbunden, welche für Spannungskoordination und -ausgleich sorgen. Die Papillen zeigen unter den angegebenen Kautelen einen sechseckigen Querschnitt. Den gleichen Querschnitt weisen die durch Septen begrenzten Fettpolsteraggregate auf. Dieser gehört auch den Drüsenausführungsgängen erster bis vielfacher Ordnung, dem Drüsenendstück, dem Drüsenläppchen und den Drüsenlappen zu. Es wurde gezeigt, daß bei der Untersuchung eines "Röhrensystems" nicht nur die unmittelbare Wand, sondern auch ein großer Bereich des umgebenden Bindegewebes mitberücksichtigt werden muß. Die Kontinuität der Faltbarkeit des primären Drüsenausführungsganges konnte von der Mamma virginis über die Mamma lactans zur Mamma postlactans der Multiparen aufgezeigt werden. Der primäre Drüsenausführungsgang kann nur im dichten bindegewebigen Stroma vorgefunden werden. Die sekundären Drüsenausführungsgänge und die vielfacher Ordnung zeichnen sich bei ihrem dreischichtigen Aufbau durch ihre spezifische

Mittelschicht aus, welche die Auffaltung nicht zuläßt. Die Zugrichtungen und Verzweigungsorte des Fasciensystems ist die gleiche wie die der Hautfelderungslinien unter Beachtung sämtlicher Zugspannungsmöglichkeiten. Im Gegensatz zu der Extremitäten- und der Rückenfaszie handelt es sich hier nicht um dichtgepackte Faserschichten, sondern um ein Fasciensystem aus mehreren Faserschichten, welche durch Fettlager voneinander getrennt sind und so größere Verschieblichkeit ermöglichen. Die Brustfaszie gehört damit zu den Fasciensystemen der drei großen Reservefettpolster der *Regio mammaria*, *abdominalis* und *glutaea*.

Es wurde bei allen zu beschreibenden Organabschnitten aufgezeigt, daß sie unter geringen Spannungsverhältnissen eine kugelige Gestalt und unter höheren Spannungen die Form eines zwölfblächigen Körpers sechseckigen Querschnitts aufweisen. Hervorgerufen werden diese Bilder durch ein dreidimensional zu sehendes Ringfasersystem, welches in seiner Anordnung zum Molekülaufbau des einfachsten aromatischen Kohlenwasserstoffs, des Benzols entspricht. Aufgebaut wird dieses Ringfasersystem aus einer Doppelfaser in Y-Form; von dieser schließen sich zwei zusammen zur Bildung eines YX-Fasersystems, welches als Grundfasersystem des Bindegewebes bezeichnet werden kann. Die von vielen Autoren bisher beschriebenen Gitterfaser- und Schraubenstrukturen sind beide untrennbare Teile des beschriebenen Ringfasersystems; beide Strukturen finden ihre Vereinigung durch die YX-Fasersysteme. Es wurde gezeigt, daß es sich hier von der Einzelzelle im Gewebsverband ausgehend um eine Wachstumsstruktur handelt, welche durch geometrischen Zwang eine funktionelle Ausprägung der Form bedingt.

E. LITERATURVERZEICHNIS

- BAIRATI, A. et ROULET, Y. : Ricerche sui fattori che influenzano la colorazione argintica delle strutture fibrose dei connettivi. Ancora sulle fibrille collagene. Boll. Soc. ital. Biol. sper. 29, 1613-1614 (1953).
- BAKER, B. L. and ABRAMS, G. D. : The physiology of connective tissue. Ann. Rev. Phys. 17, 61-78 (1955).
- BANDMANN, H. J. und REICHEL, H. : Struktur und Mechanik des glatten Schließmuskels von *Pinna nobilis*. Z. Biol. 107, 67-80 (1954).
- v. BARGEN, G. : Elektronenmikroskopische Untersuchungen der Kaninchenhaut (Epidermis). Z. f. Zellforschg. 50, 459-471 (1959).
- BAUTZMANN, H. : Fruchthüllenmotorik und Embryokinese. Ihre Natur und ihre Bedeutung für eine physiologische Embryonalentwicklung bei Tier und Mensch. Arch. Gynaek. 187, 519-545 (1956).
- BLECHSCHMIDT, E. : Zur Anatomie des Subkutangewebes. Z. f. Zellforschg. 12 (1931). - Die Architektur des Fersenpolsters. Morph. Jb. 73 (1934). - Entwicklungsfunktionelle Untersuchung am Bewegungsapparat (Koordination von Entwicklungsbewegungen). Acta Anat. (Basel) 27, 62-88 (1956).
- BOVERS, E. : Experimentelle Untersuchungen zur funktionellen Struktur der bindegewebigen Augenhülle. Morph. Jb. 83, 175-200 (1940).
- BRAUS, H. : Anatomie des Menschen. Berlin (1921).
- BRAUS-ELZE : Anatomie des Menschen. Berlin (1960).
- BROCKMANN, A. W. : Über Sondereinrichtungen an Biegestellen von Arterien. Morph. Jb. 80, 78-88 (1937).
- BROESIKE, G. : Lehrbuch der normalen Anatomie des menschlichen Körpers. Berlin (1904).
- BURKHARDT, L. : Über den Umbau und die Strukturtypen der Wirbelspongiosa als Ausdruck allgemeiner Gesetzmäßigkeiten der Knochenmodellierung. Verh. dtsh. Ges. Path. 1955, 250-259.
- BURKL, W. : Die Neubildung von Primärfollikeln vor und nach Beginn der Geschlechtsreife bei verschiedenen Säugetieren. Z. f. Zellforschg. 43, 345-382 (1955).
- BUTTGE, U. : Die Morphologie der Grenzflächen zwischen Epithel und Bindegewebe der weiblichen Genital- und Analregion, sowie der Vagina. Z. f. Zellforschg. 31, 598-631 (1959).
- CRAWFORD, B. H. : The preparation of ultra-fine-grain-photographic emulsions. J. Scient. Instr. 50, 333-335 (1954).

- DABELOW, A. : Der Entfaltungsmechanismus der Mamma: I. Das Verhalten von Gefäßsystem und Drüsenbaum während der Laktationsentwicklung bei Maus, Ratte, Meerschweinchen und Kaninchen. *Morph.Jb.* 73, H. 1 (1933). - II. Die postnatale Entwicklung der menschlichen Milchdrüse und ihre Korrelationen. *Morph.Jb.* 85, 361-416 (1941). - Vergleichende Untersuchungen zur Entwicklung einiger Drüsen, ihrer Gefäßbäume und ihrem Verhalten zum umgebenden Gewebe. *Verh. Anat. Ges.* 1934. - Die Anatomie des Fettgewebes. *Regensbg. Jb.f. ärztl. Fortbg.* V, 1-15 (1956). - Die Entwicklung der Fettorgane (Wassermann) im subcutanen Gewebe menschlicher Feten (nach Untersuchungen an dicken Schnitten mit Gefäßinjektionen). *Verh. Anat. Ges.* 1957. - Die Milchdrüse. *Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen*, III/1, 277-485 (1957). - Allgemeines über funktionelle Strukturen, erläutert am Beispiel der Zunge und einiger anderer Gebiete. *Akad. Wiss.u. Lit. z. Mainz. Jb.* 1958.
- DABELOW, R. : Vorstudien zu einer Betrachtung der Zunge als funktionelles System, II. Die Muskulatur und ihre bindegewebigen Insertionen. *Morph. Jb.* 91, 33-76 (1951).
- DEBRUNNER, W. : Struktur und Funktion des menschlichen Herzbeutels. *Z.f. Anat. u. Entwicklungsg.* 119, 512-537 (1956).
- DOLGO-SABUROFF, B. : Über die Erforschung der Knochenstruktur an den Ursprungs- und Insertionsstellen der Muskeln. *Morph. Jb.* 78, 517-522 (1936).
- v. EGGELING, H. : Die Milchdrüse. *Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen*. III/1, 117-153 (1927).
- EHRENBRAND, F. : Glatte Muskulatur im Bindegewebe der menschlichen Leber. *Anat. Anz.* 104, 381-390 (1957).
- ENGEL, Ch. E. : Die Oberfläche der Haut. *Med. Bild-Dienst ROCHE*, 4, 11-16 (1958).
- ENGHUSEN, E. : Über Retikulin, Kollagen und die Interzellularsubstanz des Bindegewebes. *Acta anat. (Basel)* 31, 46-61 (1957).
- ENGLE, R. L. and DEMPSEY, E. W. : The separation of orcein in four fractions by chromatography and the staining qualities of each fraction. *J. histochem. a. cytochem.* 2, 9-20 (1954).
- FANCONI, zit. n. SCHMIDT, G. W. : Über den normalen und krankhaften Wandel des Körpers in der Pubertät. *Die Agnes Karrl-Schwester.* 14, H. 3 (1960).
- FICK, H. : Die Bedeutung des Epiphysenknorpels für die Entwicklung der Spongiosaarchitektur im proximalen Femurende. *Morph. Jb.* 85, 115-134 (1941).

- FICK, R. : Allgemeine Gelenk- und Muskelmechanik. Handbuch der Anatomie. II, Jena (1910).
- FRANKE, D. G. : Die Vignettierung fotografischer Objektive. Leica-Fotografie. H.5, 192-195 (1952).
- FRITSCH, W. : Der Aufbau und die funktionelle Bedeutung der Umgebung der Cubitalgefäße des Menschen. Anat. Anz. 99, 280-300 (1953).
- FULLMER, H. M. : Differential staining of connective tissue fibres in areas of stress. Science (Lancaster, Pa.) 127, 1240 (1958).
- GÄNSHIRT, H. : Bau und Funktion menschlicher Nabelschnurarterien. Morph. Jb. 90, 59-70 (1949).
- v. GEHLEN, H. : Der Acinus der menschlichen Lunge als elastisch-muskulöses System. Morph. Jb. 85, 186-215 (1941).
- GEIGER, G. : Die anatomische Struktur des Beckenausganges der kleinen Wiederkäuer. Anat. Anz. 103, 321-339 (1956).
- GÖRTTLER, K. : Der Bau der Muskularis mukosae des menschlichen Darmes und ein Befund über den Bau seiner Muskularis propria. Morph. Jb. 90, 33-58 (1949). - Funktion und Form. Dtsch. med. Wschr. 1958, 905-911.
- GRABNER, A. : Objektiv, Okular und Auge. Eine Bilanz ihres Zusammenspiels beim Mikroskopieren. Mikroskopie 10, 83-119 (1955).
- GRAEFENSTEIN, H. : Über die Arterien des großen Netzes beim Hund. Morph. Jb. 82, 1-26 (1938).
- GRAUMANN, W. : Kohlenhydrathistochemie der Bindegewebsfasern. Ein zusammenfassender Bericht. Acta histochem. 3, 226-242 (1958).
- GROSS-LERNER, H. : Über den Faserverlauf in den Rostralzähnen des Sägerschens *Pristis*. Z. f. Zellforsch. 48, 505-518 (1958).
- HALL, D. A. : Collagen and Elastin: The effect on age on their relationship. Geronthologia (Basel) 1, 347-363 (1957).
- HARMS, H. : Eine moderne Deutung der Elastikafärbung. Acta histochem. 4, 314-324 (1957).
- HEITZMANN-ZUCKERKANDL: Atlas der deskriptiven Anatomie des Menschen. Wien (1905).
- HELMKE, J. G. : Eine Betrachtung über die Grenzen polarisationsoptischer Methoden in der Zahnhistologie. Naturwissenschaften 46, 7 (1959); Mikroskopie 13, 313-320 (1959).
- HICKS, J. H. : The foot as a support. Acta Anat. (Basel) 25, 34-45 (1955).
- HIRSCH, A. : Das Strukturbild der Arterienwand unter lebensnahen Präparationsbedingungen und seine physiologische und pathologische Bedeutung. Experimenta XI/9, 368-372 (1955).

- HOCHSTETTER, F.: Über die Entwicklung und Differenzierung der Hüllen des menschlichen Gehirnes. *Morph. Jb.* 83, 359-494 (1940).
- HOEPKE, H.: Die Haut. *Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen.* III/1, 1-116 (1927).
- HOFFMANN, G.: Beitrag zur Ultrastruktur der Interzellularbrücken, dargestellt an Spinosumzellen der Zungenschleimhaut des Rindes. *Z. Mikroskop. u. Anat. Forschg.* 65, 397-401 (1959).
- HOFMANN, H.: Die Struktur der Milzkapsel und ihre funktionelle Bedeutung. *Morph. Jb.* 90, 1-32 (1941).
- HORSTMANN, E.: Die Haut. *Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen.* III/1, 1-276 (1957).
- HYRTEL, J.: *Lehrbuch der Anatomie des Menschen.* Wien (1884).
- INOUE, S. and HYDE, W. L.: Studies on depolarization of light at microscope on surfaces. II. The simultaneous realization of high resolution and high sensibility with the polarizing microscope. *J. Biol. a. Biochem. Cyt.* 124, 227 (1958).
- JONESCU, E. J.: Funktionelle Struktur der vorderen Körperwand. *Morph. Jb.* 78, 188-233 (1936).
- KIHARA, T.: Entwicklungsgeschichtliche und experimentelle Untersuchungen über die Reticulumfasern. *Bull. Osaka Med. School, Suppl.* 1, 1-19 (1956); *Ref.*: *Ber. wiss. Biollog.* 131, 125 (1959).
- KISSELBACH, A.: Die Seitenzugkomponente des Musculus quadriceps und ihre Bedeutung für die Patella bei gestrecktem und bei gebeugtem Kniegelenk. *Morph. Jb.* 96, 452-470 (1955).
- KNESE, K. H.: Statik des Kniegelenkes. *Z. Anat. u. Entw.* 118, 471-512 (1955). - Knochenstruktur als Verbundbau. Versuch einer technischen Deutung der Materialstruktur des Knochens. *Zwangl. Abh. a. d. Geb. d. norm. u. path. Anat.* Hrsg. Bargmann, W. u. Dörr, W., Stuttgart (1958).
- KOBRLE, V. u. CHVAPIL, M.: Veränderungen von Kollageneiweißstoffen im Verlauf des Alterns und bei der Experimentalsilikose. *Arch. Gewebepath. u. Gewerbehygiene* 16, 526-538 (1958).
- KOCH, C.: Mikroskopische Befunde an Schaumstrukturen hochmolekularer Flüssigkeiten. *Mikroskopie* 13, 304-313 (1959).
- KÖHLER, A.: Die Verwendung des Polarisationsmikroskopes für biologisches Untersuchungsmaterial. *Handbuch d. biolog. Arbeitsmethoden v. Abderhalden*, II/2, 907-1108 (1928).

- KRALIK, J. u. ZELENÉK, S. : Beiträge zur Anatomie, Histologie und Physiologie des Hiatussteiles des Zwerchfelles. Acta Univ. Palakianae Olomucensis 7, 57-74 (1955).
- KRAUS, H. : Ein Beitrag zur funktionellen Anatomie des Centrum tendineum des Zwerchfelles von Hund und Katze. Ztrbl. Vet.med. 3, 299-306 (1956).
- KRAUSE, W. : Handbuch der menschlichen Anatomie, Hannover (1879).
- v. KÜGELKEN, A. : Über den Wandaufbau der Vena cava caudalis eines erwachsenen Finnwales. Z.f. Zellforschg. 41, 435-459 (1955a). - Über das Verhältnis von Ringmuskulatur und Innendruck in den großen Venen des Menschen. Z.f. Zellforschg. 43, 168-183 (1955b). - Weitere Mitteilungen über den Wandaufbau der großen Venen des Menschen unter besonderer Berücksichtigung ihrer Kollagenstruktur. Z.f. Zellforschg. 44, 121-144 (1956).
- KUHNKE, E. : Destruktionsformen der Kollagenfibrille. Ärztl. Forschg. 12, 471-475 (1958).
- KUMMER, B. : Bauprinzipien des Säugerskelettes. Stuttgart (1959).
- LAUBINGER, W. : Über den systemartigen Zusammenhang der Gitterfasern in den Fettorganen und seine funktionelle Bedeutung. Morph. Jb. 81, 230-244 (1938).
- LELLKRÜGGE, K.F. W. : Die Arterien des weiblichen Geschlechtsapparates beim Hunde. Morph. Jb. 85, 30-48 (1941).
- LEUTERT, G. : Über den Bau der Sehne des Muskulus tibialis posterior im Bereich des Malleolus medialis und des Caput tali. Anat. Anz. 100 (1958).
- LOETZKE, H. H. : Über Bau und Spannungsverhältnisse am Muskulus plantaris und Soleusbogen des menschlichen Unterschenkels. Morph. Jb. 100, 131-162 (1958).
- LUCINESCU, E. : Funktionelle Strukturen experimenteller Herkunft. Morph. Jb. 78, 234-252 (1936).
- LUSCHKA, H. : Die Anatomie der Brust des Menschen. Tübingen (1863).
- MAUER, F. : Der Mensch und seine Ahnen. Berlin (1928).
- MAYERSBACH, H. : Der Wandbau der Gefäßübergangsstrecken zwischen Arterien rein elastischen und rein muskulären Typs. Anat. Anz. 102, 333-360 (1956).
- MERKEL-HENLE : Grundriß der Anatomie des Menschen. Braunschweig (1901).
- MEYER, W. W. : Über die eigenartigen Beziehungen des elastischen Gerüsts zur glatten Muskulatur im extrapulmonalen Abschnitt der Lungenarterie des Menschen. Z.f. Zellforschg. 43, 383-390 (1955).

- MISNANI, G., MARCHETTI, P. G. u. HUSSI, B.: Die Anwendung der mikroradiographischen Technik zum Studium des Knochengewebes. *Mikroskopie* 14, 131-143 (1959).
- MISSMAHL, H. P. u. HARTWIG, M.: Spezifischer polarisationsoptischer Nachweis retikulärer Fasern. *Z. Wiss. Mikrosk.* 62, 234-236 (1955).
- MOLLIER, G.: Beziehungen zwischen Form und Funktion der Sehnen im Muskel-Sehnen-Knochen-System. *Morph. Jb.* 79, 161-199 (1937).
- MUGALINSKY, R.: Über die synoviale Scheide der Achillessehne. *Morph. Jb.* 79, 118-122 (1937).
- NAGEL, A.: Das Bindegewebsgerüst des menschlichen Oesophagus in seiner funktionellen Beziehung zur glatten Muskulatur und den Blutgefäßen. *Morph. Jb.* 81, 449-492 (1938). - Das elastisch-muskulöse System der Tunika dartos und seine Beziehungen zum Gefäßnetz. *Morph. Jb.* 83, 201-229 (1939). - Das elastisch-muskulöse System der Brustwarze. *Morph. Jb.* 87, 1942.
- NAUCK, E. Th.: Neuere Befunde über umwegige Entwicklung und deren Bedeutung für eine Regionenentwicklung des Körpers. *Morph. Jb.* 86, 268-295 (1941).
- NEUKIRCH, H.: Über die Muskulatur des unteren Uterinsegmentes und ihre geburtsmechanische Bedeutung. *Zbl. Gynaek.* 78, 613-632 (1956).
- NIESSING, K.: Über systemartige Zusammenhänge der Neuroglia im Großhirn und über ihre funktionelle Bedeutung. *Morph. Jb.* 78, 537-584 (1936).
- NOETZEL, H.: Die Architektur des subkutanen Bindegewebes in der Gesäßgegend. *Morph. Jb.* 78, 523-536 (1936).
- ORSOS, F.: Erleichtertes Paraffinschneiden mit feuchtem Messer. *Mikroskopie* 14, 72-74 (1959).
- PAUWELS, F.: Die statische Bedeutung der Linea aspera. *Z. Anat. u. Entw.* 117, 497-503 (1954). - Kritische Überprüfung der ROUX'schen Abhandlung: "Beschreibung und Erläuterung einer knöchernen Kniegelenksankylose". *Z. Anat. u. Entw.* 117, 528-552 (1954). - Die Struktur der Tangentialfaserschicht des Gelenkknorpels der Schulterpfanne als Beispiel für ein verkörpertes Spannungsfeld. *Z. Anat. u. Entw.* 121, 188-240 (1959). - Eine neue Theorie über den Einfluß mechanischer Reize auf die Differenzierung der Stützgewebe. *Z. Anat. u. Entw.* 121, 478-515 (1960).
- PEACHEY, L. D.: Thin sections. A study of section thickness and physical Distortion produced during microtomy. *J. Biophys. a. Biochem. Cyt.* 4, 233-242 (1958).

- PETERSEN, H. : Die Haut. Histologie und mikroskopische Anatomie. München 1935, 673-744.
- PETRY; zit.n. LUSCHKA, s.d.
- PETRY, G. : Die Konstruktion des Eierstockbindegewebes und dessen Bedeutung für den ovariellen Zyklus. Z. Zellforsch. 35, 1-32 (1951).
- PFEIFFER, H. H. : Das Polarisationsmikroskop (als Meßinstrument in Biologie und Medizin). Vieweg u. Sohn, Braunschweig (1949).
- PFUHL, W. : Das subacromiale Nebengelenk des Schultergelenks. Morph. Jb. 73, 300-346 (1934).
- PINKUS, F. : Handbuch f. Haut- und Geschlechtskrankheiten von JADASON. Anatomie der Haut (1927).
- POLACEK, P. : Über die myocardialen Bündel, welche den Verlauf der Koronararterien überbrücken. Anat. Anz. 106, 386-395 (1959)
- POPA, Gr. T. : Die Anatomie der Bindegewebesysteme. Morph. Jb. 78, 79-84 (1936). - Mechanostruktur und Mechanofunktion der Dura mater des Menschen. Morph. Jb. 78, 85-187 (1937).
- PROBST, J. : Vorstudien zu einer Betrachtung der Zunge als funktionelles System. IV. Der Entfaltungsmechanismus der Zungendrüsen in Beziehung zum umgebenden Gewebe (Muskulatur, Bindegewebe, Gefäße). Morph. Jb. 91, 177-199 (1951).
- PUFF, A. : Der funktionelle Bau der Herzkammern. Stuttgart (1960).
- RATH, R. : Fehler bei der Gangunterschiedmessung mit Berek-Kompensatoren. Mikroskopie 12, 327-345 (1958).
- RÖHLICH, P. u. BENKE, V. : Über die feinere Struktur der Arachnoidea der Ratte. Histologische und polarisationsoptische Untersuchungen. Z. Zellforsch. 48, 228-235 (1958).
- ROHEN, J. : Die funktionelle Gestalt des Auges und seiner Hilfsorgane. Abhdlg. d. Math.-Naturwiss. Abt. d. Acad. d. Wiss. u. Lit. z. Mainz Nr. 4 (1953). - Zur Anatomie des Prothesenträgers. Dtsch. Zahnärztl. Z. 13, H. 20 (1958).
- ROLLHÄUSER, H. : Untersuchungen über die Struktur und Funktion des Parotisausführungsganges vom Rind. Morph. Jb. 90, 80-104 (1949). - Untersuchungen über den submikroskopischen Bau kollagener Fasern. Morph. Jb. 92, 1-28 (1952). - Funktionelle Anpassung der Sehnenfasern im submikroskopischen Bereich. Verh. Anat. Ges. 51, 318-322 (1953/54).
- ROLSHOVEN, E. : Die funktionellen Strukturen des Hodenbindegewebes. Morph. Jb. 79, 235-274 (1937).
- ROMEIS, B. : Mikroskopische Technik. München (1948).
- SEKI, M. : Die Pars lacrimalis des Kreismuskels der Lider und ihr Zusammenhang mit den Tränenröhrchen. Morph. Jb. 85, 505-512 (1941).

- SELBERG, W.: Die morphologischen Korrelationen der inneren Organe bei den verschiedenen Körperbauformen und ihre funktionellen Beziehungen. Z. Menschl. Vererb. u. Konstit. 1. 33, 283-300 (1956).
- SMITH, M., STRICH, S.J. and SHARP, P.: The value of Marchi method for staining tissue shored in formalin for prolonged periods. J. of Neurol., N. S. 19, 61-64 (1956).
- SCHARF, J.: Photographische Darstellung großer und dicker Schnittpräparate bei schwacher Vergrößerung im polarisierten Licht. Photogr. u. Wiss. 2, H. 1 (1953). - Negativreihen zur Objektivierung der Leistungsfähigkeit neuer photographischer Emulsionen für die Mikrophotographie. Verh. d. Anat. Ges. 51, Vers. 1953. - Zur Mikro- und Makromikrophotographie im polarisierten Licht. Naturwiss. Rundsch. 7, 431-435 (1954). - Observations on methods of polarization photograph. Med. a. Biol. Illustr. VI, H. 2 (1956).
- SCHMIDT, H.: Die funktionelle Struktur der Symphyse im Erwachsenenalter. Anat. Anz. 103, 135-152 (1956).
- SCHMIDT, W. J.: Über den Nachweis der Epidermistonofibrillen im polarisierten Licht. Arch. Zellforsch. 16, 1 (1921). - Die Bausteine des Tierkörpers im polarisierten Licht. Bonn 1924. Dichroitische Färbung pflanzlicher und tierischer Gewebe sowie polarisationsoptische Analyse des submikroskopischen Baues von Zellen und Geweben. Abderhaldens Handbuch der Biologischen Arbeitsmethoden V/2, 2, 1835-1924 und V/10, 435-665. - Polarisationsoptische Erforschung tierischer Zellen und Gewebe. Verh. deutsch. zool. Ges. 1939, 303-389. - Über die Tonofibrillen in der Wirbeltierepidermis, insbesondere bei Hyla. Z. Naturforsch. 1, 464 (1946). Biopol von E. Leitz. Z. wiss. Mikroskopie u. Wiss. Technik. 60, H. 8 (1952). - Grenzscheiden der Lakunen und Kittlinien des Knochengewebes. Z. f. Zellforsch. 50, 275-296 (1959).
- SCHMITT, H.: Der funktionelle Bau der Schleimhautmuskulatur des Magens (Schwein). Morph. Jb. 83, 495-510 (1940).
- SCHÖNFELD, W.: Entwicklung und Ergebnisse des Dermatogrammes in der Dermatologie. Arch. Dermat. Syph. 179, 339-359 (1939).
- SCHREIBER, H.: Formänderungen des Bauchraumes unter dem Einfluß verschiedener Stellungen des Körpers. Morph. Jb. 73, 469-522 (1934). - Zur Entstehung des Längsgewölbes des menschlichen Fußes. Morph. Jb. 81, 158-186 (1938).
- SCHRIMPF, H.: Fetale Beckenformen in Abhängigkeit von Mißbildungen der Wirbelsäule. Virchows Arch. 325, 422-440 (1954).

- SCHULTZE-JENA, B. S. : Über die schraubenförmige Struktur der Arterienwand. Zugleich ein Beitrag zum Rechts-Linksproblem. *Morph. Jb.* 83, 230-246 (1940).
- SCHWAB, H. J. : Die Entwicklung und das Verhalten der argyrophilen Fasern in der Niere des Menschen. *Morph. Jb.* 83, 517-537 (1940).
- SCHWARZ, W. : Elektronenoptische Untersuchungen an Sehnenfibrillen verschiedener Wirbeltiere. *Z. Zellforsch.* 48, 309-323 (1958).
- SCHWARZ, W. u. DETTMER, N. : Elektronenmikroskopische Untersuchungen des elastischen Gewebes in der Media der menschlichen Aorta. *Virchows Arch.* 323, 243-268 (1953).
- SCHWARZ, W., MERKER, H. J., JAHNKE, A. u. HOFMANN, M. : Wachstum und Altern des Bindegewebes. *Berl. med. Jubiläumsausgabe* 88-90 (1958).
- SCHWARZ-KARSTEN, H. : Über den Bau von Arterienverzweigungen beim Menschen. *Z. Anat. u. Entw.* 119, 302-310 (1956). - Über den Bau der Abgangsstellen der Arteriae intercostales und der großen Äste des Aortenbogens bei Mensch, Kaninchen und Katze. *Acta anat. (Basel)*, 36, 320-338 (1959).
- SPRANKEL, H. : Die fibrilläre Architektur von Epidermis und Sinushaaren der Rüsselscheibe des Hausschweines. Erschlossen aus der Polarisationsoptik. *Z. f. Zellforsch.* 31, 236-284 (1955).
- TÖRÖ, I. : Die Differenzierung und Dedifferenzierung in ihrer Beziehung zur Struktur und Funktion. *Z. f. Mikroskop. Anat. Forsch.* 64, 426-447 (1958).
- TOMPSETT, D. H. : *Anatomical Techniques*, Edinburgh.
- UMBREIT, Ch. : Die Wirkung von Zug und Druck auf Fettgewebe und Fettzelle im Menschen. *Z. f. Zellforsch.* (1931).
- VERZAR, F. u. HUBER, K. : Die Struktur der Sehnenfaser. *Acta anat. (Basel)* 33, 215-229 (1958).
- VOIGT, G. E. : Untersuchungen zur Keimbildung bei histologischen Versilberungen. *Mikroskopie* 63, 345-351 (1957).
- VOSS, H. : Weitere Untersuchungen über die absolute und relative Zahl der Muskelspindeln in verschiedenen Muskelgruppen (Hüft-, Oberschenkel- und Unterarmmuskeln) des Menschen. *Anat. Anz.* 107, 190-198 (1959).
- VOSS, M. : Struktur von Haut und Fascie des Oberschenkels in ihrer Beziehung zu den Bewegungen des Beines. *Morph. Jb.* 79, 209-234 (1937).
- WALLRAFF, J. : Der menschliche Herzbeutel, sein Bau und seine Bedeutung für den Kreislauf. *Morph. Jb.* 80, 355-429 (1937).

- WASSERMANN, F. : Die Fettorgane des Menschen. Entwicklung, Bau und systematische Stellung des sogenannten Fettgewebes. Z.f. Zellforsch. H.2, 1926. - Über die derzeitige Kenntnis vom Feinbau und der Bildung der interzellulären Strukturen des Bindegewebes. Anat. Anz. 101, 97 (1955).
- WEISS, J. : The nature of the reaction between orcein and elastin. J. Histochem. a. Cytochem. 2, 21-28 (1954).
- YOKOTA, H. : Histochemical and electronmicroscopic studies on elastic fibres. II. Kumamoto Med. J. 10, 131-148 (1957); III. Kumamoto Med. J. 10, 155-169 (1957), bd. zit. n. Ber. ü. d. Allg. u. Spez. Path. 39, 192 (1958).
- ZAWISCH, C. : Die Wharton'sche Sulte und die Gefäße des Nabelstranges. Z. f. Zellforsch. 42, 94-133 (1955).
- ZEIGER, K. : Physikochemische Grundlagen der histologischen Technik. Dresden (1938).
- ZENKER, W. : Untersuchungen über den Aufhängeapparat des Zungenbeines. Anat. Anz. 103, 219-223 (1957).
- ZIEGENMEYER, H. G. : Der Faserverlauf des Endokards und seine funktionelle Bedeutung. Morph. Jb. 84, 342 (1940).

ABBILDUNGSANHANG

Abbildung 1

Naturnahes Schema des Verlaufes der Hautfelderungs-
linien und des Fasciensystems der Fascie des Musculus
pectoralis maior.

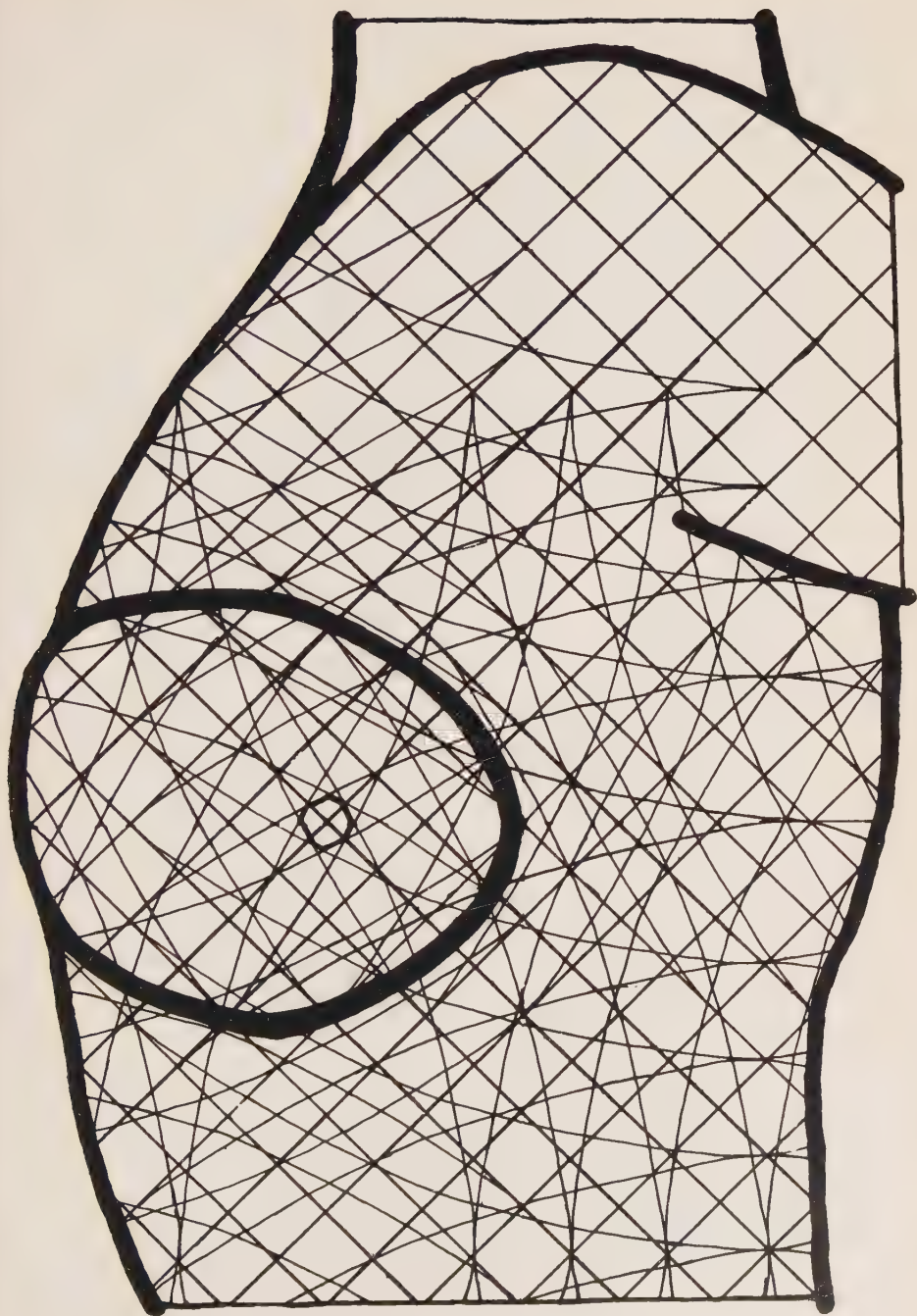




Abbildung 2

Weibliche Mamille (links) in Ruhe; aufgenommen an der Liegenden in körpergerechter Orientierung. Der rechte Bildrand zeigt vorwiegend Hautfelderungslinien, der Bereich über und unter sowie neben dem Mamillenkegel am linken Bildrand Hautfelderungsternchen. Kontinuierlicher Übergang der Mamillenoberflächenstruktur in die der Mammaoberfläche.

Abbildung 3

Weibliche Mamille (links) in Kontraktion; aufgenommen an der Liegenden in körpergerechter Orientierung. Die Mammaoberfläche zeigt fast nur noch Hautfelderungslinien, welche im Bereich der Mamille zu Dritt und mehr zentral zu Fünft einen der Magenschleimhaut gleichenden Wulst bilden. Der Mamillenkegel zeigt an der Basis ein diagonal stehendes Sechseck als Begrenzung.

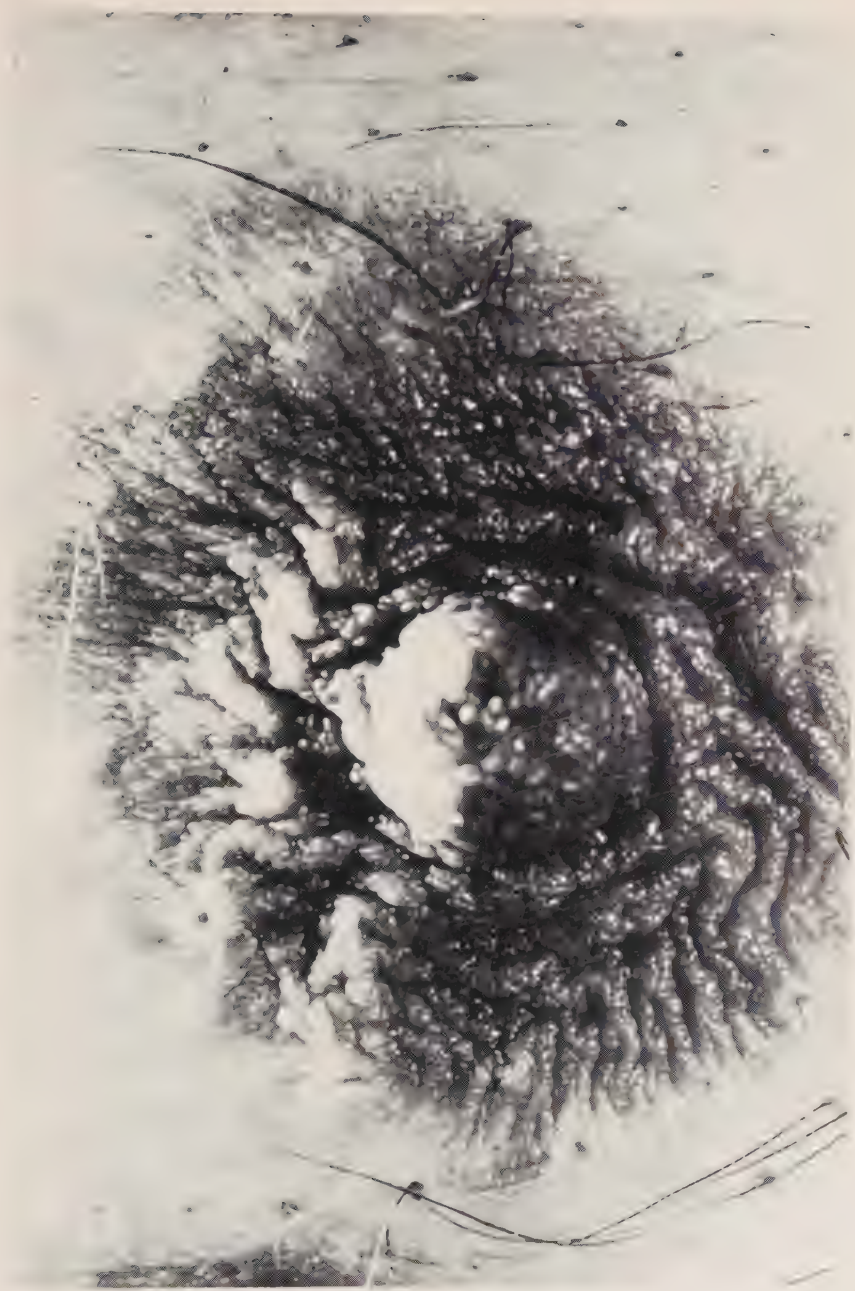




Abbildung 4

Oberflächenrelief der Haut einer linken Mamma; Orientierung wie zuvor. Die Hautfelderungslinien gehen zum linken Bildrand zu in Hautfelderungsternchen über; großer Betrachtungsabstand vorteilhaft. Hervorgehend aus dem linken oberen und unteren Bildrand ist mehrfach ein YX-Liniensystem auffindbar, dessen freie Schenkel Bilddiagonalen darstellen.

Abbildung 5

Querschnitt durch den Epidermis-Cutis-Bereich der Regio mammaria des Weibes. Ungefärbter 100 μ -Schnitt bei polarisiertem Licht unter Verwendung eines Brace-Köhler-Kompensators; 100-fach vergrößert. Es ist dargestellt die Region zwischen drei Hautfelderungslinien, welche in der Mitte und an der Peripherie des rechten Bildrandes sichtbar sind. Schnittlage zwischen den Papillen im Gitterfaserbereich.



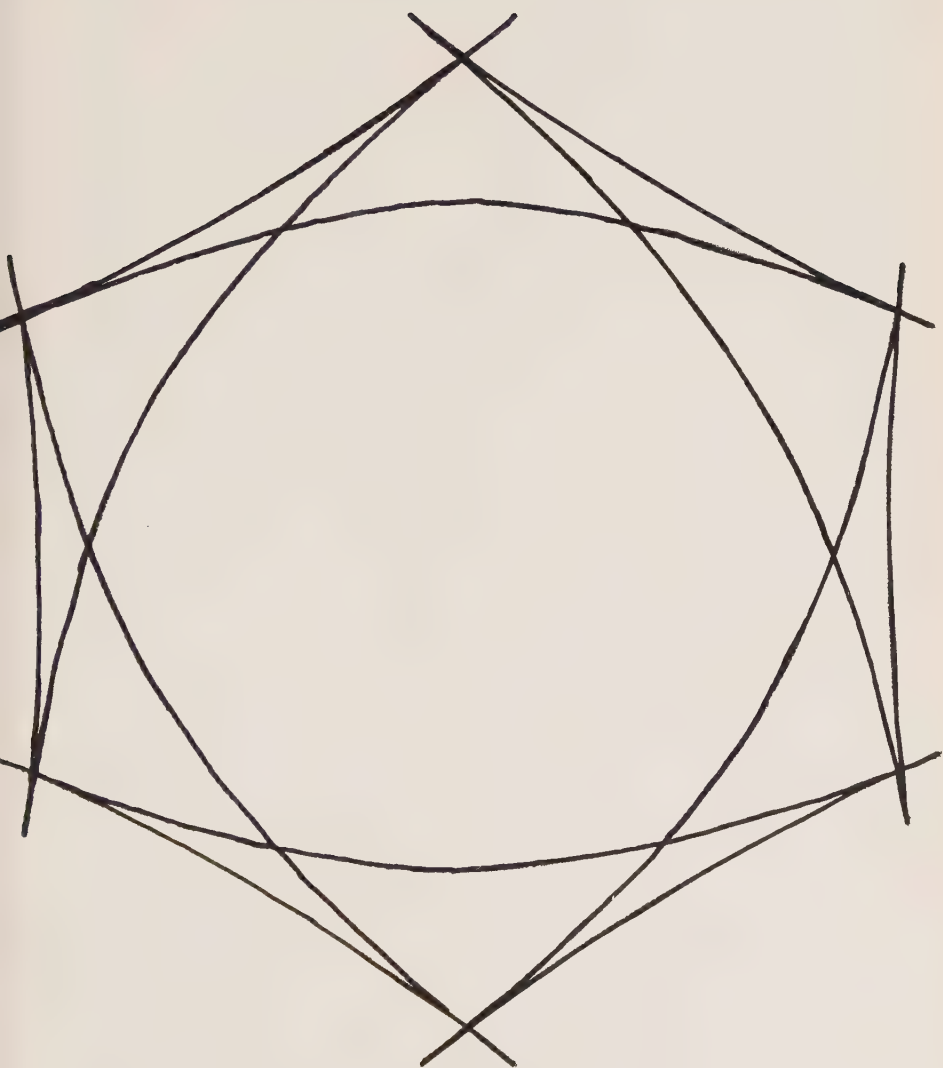


Abbildung 6

Wandausschnitt aus der zuvor gezeigten Papille in gleicher Orientierung bei 360-facher Vergrößerung. Die Hälfte der Bildmitte nimmt eine Sechseckwand ein, während sich die beiden benachbarten oben und unten anschließen in Form je eines YX-Fasersystems. Bei Vergleich mit Abb. 8 wird dies noch deutlicher.

Abbildung 7

Schema des Ringlinien- und Ringfasersystems. Faserverbindungen bestehen nur dort, wo sich Linien verzweigen im Sinne der Y-Faser. 12 Y-Fasern bilden zusammen 6 YX-Fasersysteme, welche sich ihrerseits zu einem Ringfasersystem zusammenschließen. Linienkreuzungen stellen Faserkreuzungen im Raum dar ohne Faserberührung. Die inneren Sechseckseiten bilden den inneren Wandaufbau; die Seiten des äußeren Sechsecks sind als äußerer Wandaufbau zugleich Teile der früher beschriebenen Gitterstrukturen.



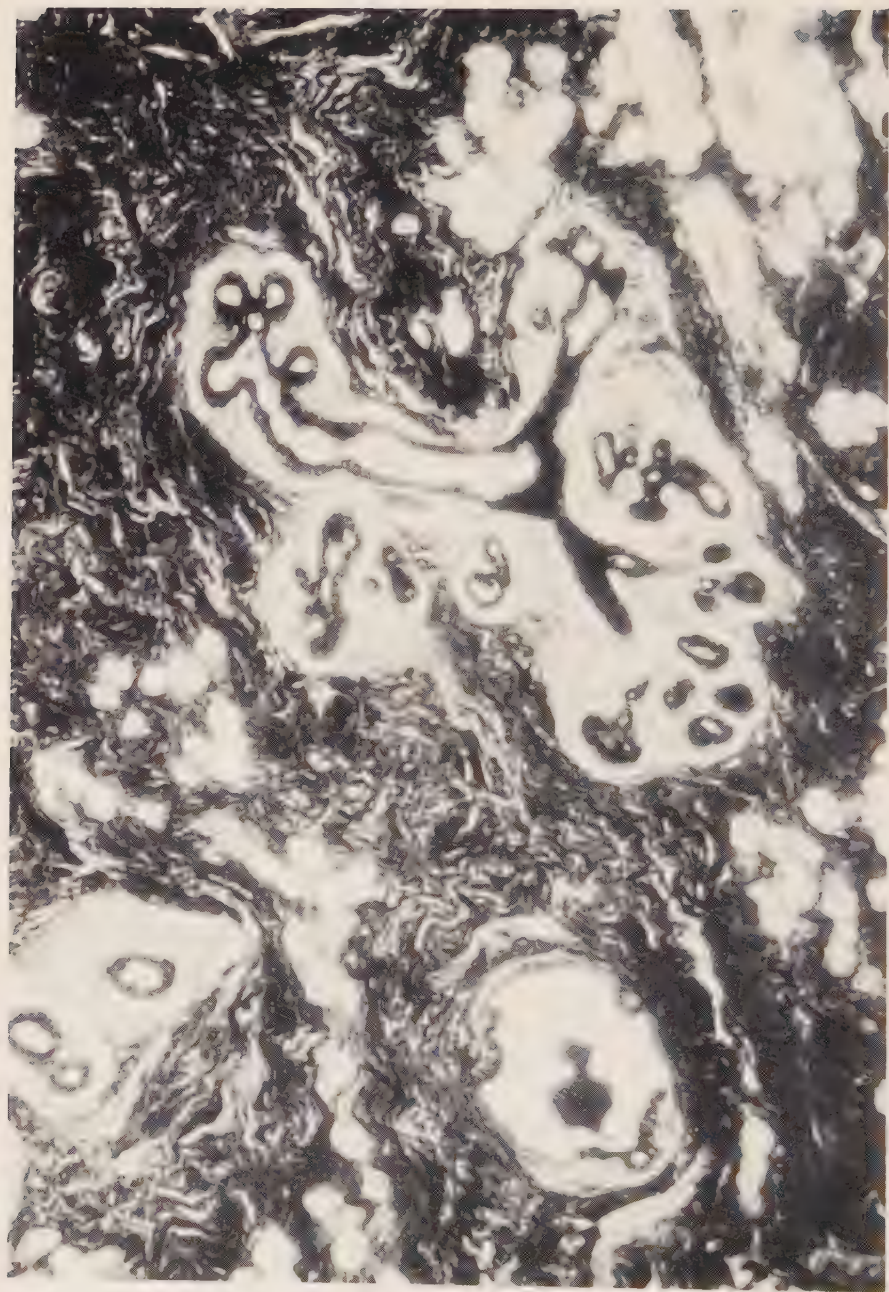


Abbildung 8

100 μ -Schnitt durch die Brustdrüse einer 21-jährigen Primipara; versilbert nach GÖMÖRI; Vergrößerung 80-fach. Im bindegewebigen Stroma am unteren Bildrand ein Drüsenausführungsgang erster Ordnung, welcher die gesetzmäßige Faltung aufweist. In der Nachbarschaft typisch Drüsenausführungsgänge zweiter Ordnung. Die eingestreuten Fettzellen weisen sechseckigen Querschnitt auf.

Abbildung 9

Präparat und Technik wie zuvor bei 450-facher Vergrößerung. Längsschnitt durch die Wand eines Drüsenausführungsganges zweiter Ordnung, gekennzeichnet durch den dreischichtigen Aufbau. Aus dem gewellten, den sog. Gitterstrukturen zugehörigen Bindegewebe strahlen tangential Fasern ab, welche wahrscheinlich Bestandteile von Septen sind. Sie strahlen unter einem Winkel von 45 Grad in den Fußabschnitt der den Ringfasersystemen zugehörigen Y-Fasern ein.



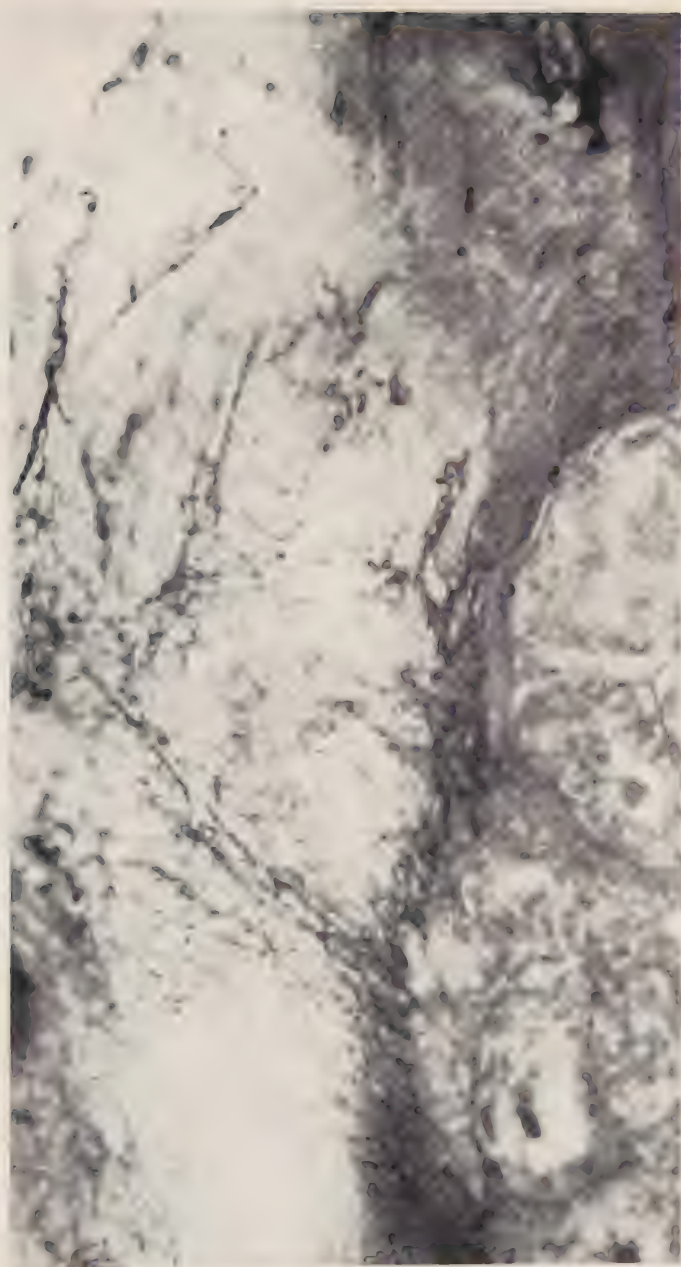


Abbildung 10

100 μ -Schnitt durch die Brustdrüse einer 21-jährigen Primipara; Resorcin-Fuchsin-Färbung; Vergrößerung 100-fach. Der Schrägschnitt durch den Drüsenausführungsgang zeigt in Entsprechung, aber z. T. noch deutlicher, den inneren und äußeren Wandaufbau mit seiner Einknüpfung in die Wellung des umgebenden Gewebes.

Abbildung 11

100 μ -Schnitt von der Brustdrüse einer unter der Geburt verstorbenen 20-jährigen Primipara. Resorcin-Fuchsin-Färbung; Vergrößerung 270-fach. Der Längsschnitt zeigt den dreischichtigen systemartigen Aufbau der elastischen Anteile der Wand des Drüsenausführungsganges erster Ordnung. Daneben sind die Einbuchtungen des Ganges durch die z. T. sechseckige Form der Drüsenläppchen zu erkennen.



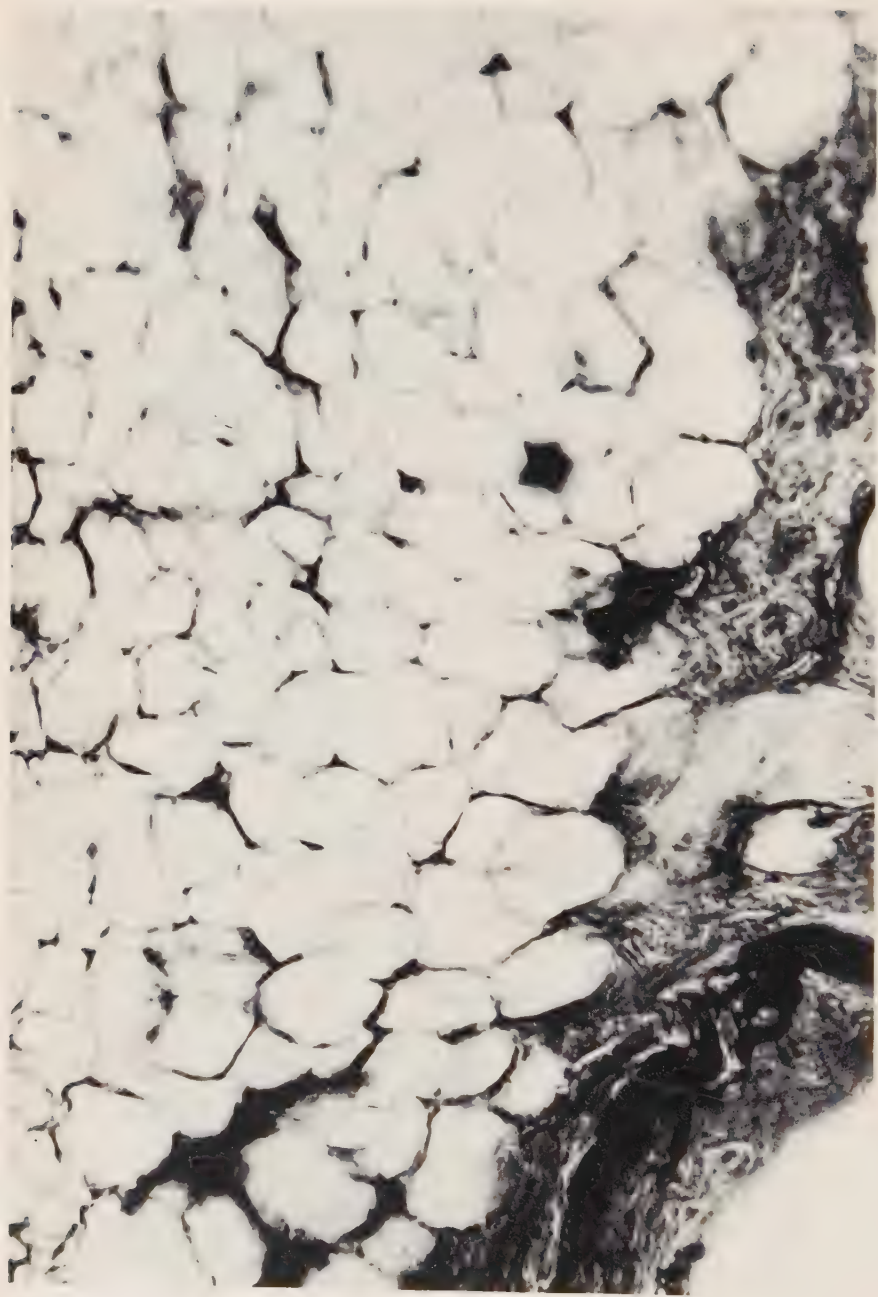


Abbildung 12

Präparat und Technik wie zuvor bei 270-facher Vergrößerung. Wie schon in Abb.9 für die ruhende Drüse einer Primiparen gezeigt, weisen die Fettzellen auch bei der laktierenden Mamma einen sechseckigen Querschnitt auf. In diesem Präparat ist auch die Lagerung der Fettzellen nach Bienenwabenart mit dem Kontakt durch 3 Flächen, welche von je 2 Sechseckseiten aufsteigen, zu erkennen.

Abbildung 13

Ausschnitt aus dem Randgebiet der Brustfascie. Präparationsdicke 6 mm; in Xylol aufgeheilt und bei polarisiertem Licht untersucht. Photographische Vergrößerung 1 : 1,6-fach linear nachvergrößert. Im Anheftungsbereich der Mamma sind hier schon in kurzen Verläufen YX-Fasersysteme zum Ausgleich fast aller Zugrichtungen zu erkennen, soweit sie in einer Polarisationssebene gleichzeitig dargestellt werden konnten.



LEBENS LAUF

Am 12. März 1929 wurde ich, Claus Holm, als Sohn des Facharztes für Hals-, Nasen- . Ohrenleiden Dr.med. Erich Holm und seiner Ehefrau Ilse, Margarethe, geb.Börnecke, in Witten/Ruhr geboren.

In Witten besuchte ich die Volksschule von Ostern 1935 bis zu meinem Eintritt in die Oberschule für Jungen in Witten an Ostern 1939. Der Schulunterricht fand eine kriegsbedingte Unterbrechung von 1944 bis 1946. Die Reifeprüfung legte ich an der Oberschule für Jungen in Witten am 13. März 1951 ab.

Im Anschluß daran begann ich mein Medizinstudium an der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz. Hier legte ich am 24. Februar 1954 die ärztliche Vorprüfung und am 25. September 1958 mein medizinisches Staatsexamen ab.

Während des Studiums, nach Ablegen der ärztlichen Vorprüfung bis zum Staatsexamen, war ich am Anatomischen Institut der Johannes Gutenberg-Universität zu Mainz als wissenschaftlicher Hilfsassistent tätig. Im Anschluß an das Staatsexamen war ich Medizinalassistent an dem obengenannten Institut, in der Medizinischen Klinik, der Frauenklinik und der Chirurgischen Klinik der Universitätskliniken Mainz.

Seit meiner Bestallung als Arzt am 30. September 1960 befinde ich mich in der Fachausbildung an der Universitäts- Hals;Nasen-, Ohrenklinik zu Mainz.

Ich danke an dieser Stelle Herrn Professor Dr.med. Adolf D a b e l o w für die freundliche Überlassung des Themas und für die Führung der Untersuchungen. Seinen Institutsmitgliedern danke ich für die Unterstützung der Arbeit.

